

**Universidad Nacional Experimental  
de los Llanos Occidentales  
"EZEQUIEL ZAMORA"**



**LA UNIVERSIDAD QUE SIEMBRA**

**VICERRECTORADO  
DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA  
ESTADO PORTUGUESA**

**COORDINACIÓN  
ÁREA DE POSTGRADO**

**ESTRATEGIAS DE VIGILANCIA Y CONTROL AMBIENTAL PARA EL  
MANEJO DE EFLUENTES LÍQUIDOS DEL PROCESAMIENTO DE  
DERIVADOS DE CAÑA DE AZÚCAR.**

**Autor:** Ing° ANTONIO MÁRQUEZ  
**Tutor:** Dr. OSWALDO BARBERA

**GUANARE, ENERO DE 2013**

**Universidad Nacional Experimental  
de los Llanos Occidentales  
"EZEQUIEL ZAMORA"**



La Universidad que

Vicerrectorado de PRODUCCIÓN  
AGRÍCOLA  
Coordinación de Área de Postgrado  
Postgrado Planificación de los Recursos  
Naturales.

**ESTRATEGIAS DE VIGILANCIA Y CONTROL AMBIENTAL  
PARA EL MANEJO DE EFLUENTES LÍQUIDOS DEL  
PROCESAMIENTO DE DERIVADOS DE CAÑA DE AZÚCAR**

Requisito parcial para optar al grado de  
*Magister Scientiarum*

Autor: Ing° Antonio Márquez  
C.I: 5.768.377  
Tutor: Dr. Oswaldo Barbera

GUANARE, ENERO DE 2013

## APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Doctor. Oswaldo Barbera, cedula de identidad N° 9.825.515, en mi carácter del tutor del trabajo de grado titulado **“ESTRATEGIAS DE VIGILANCIA Y CONTROL AMBIENTAL PARA EL MANEJO DE EFLUENTES LÍQUIDOS DEL PROCESAMIENTO DE DERIVADOS DE CAÑA DE AZÚCAR,** presentado por el ciudadano Ing° Antonio José Márquez Briceño, cedula de identidad N°. 5.768.377, para optar al título de Magíster en Planificación de los Recursos Naturales Renovables, por medio de la presente certifico que he leído el trabajo y considero que reúne las condiciones necesarias para ser defendido y evaluado por el jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Guanare a los 29 días del mes de octubre del año 2012.

Nombre y Apellido: Oswaldo Barbera

---

Firma de Aprobación del tutor

**Dedicatoria**

A la Santísima Trinidad Dios Padre. A nuestro señor Jesucristo hijo, y Al  
Espíritu Santo dador de vida, paz y amor.

A la Santísima Virgen María, bajo sus diferentes advocaciones celestiales,  
guía y madre nuestra.

A mi padre ausente por el llamado de Dios, quien fue testimonio de amor,  
perseverancia y fuerza, y a mi madre por su amor e incansable consagración hacia sus  
hijos.

A mi esposa Marlene, por su paciencia y perseverancia hacia a mí, en los  
momentos más difíciles.

A mi familia, amigos y hermanos de comunidad que siempre me brindaron su  
apoyo incondicional para el logro de esta meta.

*Antonio*

## AGRADECIMIENTO

A la ilustre UNELLEZ, por haberme permitido ser partícipe, de tan prestigioso Post Grado; mil gracias.

Al Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, Dirección Estatal Ambiental Trujillo, por haberme permitido realizar mi mejoramiento profesional.

Al cuerpo de profesores, personal administrativo de la Coordinación de Post Grado de Planificación de los Recursos Naturales, Vicerrectorado de Producción Agrícola, Estado Portuguesa.

A mis compañeros de trabajo, por su estímulo y apoyo para el logro de esta meta.

A mí amada y querida esposa Marlene por permanecer siempre a mi lado apoyándome en todo momento.

A mi amiga Elsy Godoy, un eterno agradecimiento por la asesoría incondicional en todo momento.

*Antonio*

## INDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
LISTA DE TABLAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPITULO</b> .....	<b>3</b>
<b>I EL PROBLEMA</b> .....	<b>3</b>
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.1.1 Formulación del problema.....	7
1.2 Objetivos de investigación.....	8
1.2.1 Objetivo general.....	8
1.2.2 Objetivos específicos.....	8
1.3 Importancia y justificación de la investigación.....	9
1.4 Delimitación de la investigación.....	11
<b>II MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>13</b>
2.1 Antecedentes de la investigación.....	13
2.2 Bases teóricas.....	20
2.2.1 Planificación ambiental. Aspectos conceptuales.....	20
2.2.2 Estrategias. Conceptualización.....	21
2.2.3 Vigilancia y control ambiental en el contexto internacional y nacional.....	21
2.2.4 Gestión ambiental y desarrollo sustentable.....	22
2.2.5 Complejos Agroindustriales.....	23
2.2.6 Procesamiento de la caña de azúcar y sus derivados.....	25
2.2.6.1 Planta procesadora.....	25
2.2.6.2 Planta de destilería.....	28
2.2.6.3 Descripción del proceso en una planta productora de levadura forrajera de torula.....	35
2.2.7 Salidas ambientales de Complejos Industriales para el procesamiento de la caña de azúcar y sus derivados.....	39
2.2.7.1 Emisiones atmosféricas.....	40
2.2.7.2 Residuos y desechos sólidos peligrosos y no peligrosos.....	40
2.2.8 Efluentes.....	42
2.2.8.1 Efluentes líquidos.....	42
2.2.9 Manejo de efluentes líquidos en Complejos Agroindustriales para el procesamiento de la caña de azúcar y sus derivados.....	45

2.2.10	Medidas ambientales.....	51
2.2.11	Sistema de supervisión y control ambiental.....	53
2.2.12	Vigilancia y control ambiental.....	55
2.2.12.1	Tipos de vigilancia.....	56
2.2.12.2	Tipos de control.....	56
2.2.13	Seguimiento y monitoreo.....	58
2.2.13.1	Importancia del seguimiento y monitoreo.....	58
2.3	Sistema de variables e indicadores.....	59
2.3.1	Definición conceptual de la variable.....	59
2.3.2	Definición operacional de la variable.....	59
2.4	Bases legales.....	62
<b>III</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>68</b>
3.1	Descripción del área de estudio.....	68
3.2	Tipo de investigación.....	69
3.3	Diseño de investigación.....	71
3.4	Población y muestra.....	71
3.5	Técnicas e instrumentos para la recolección de información.....	72
3.5.1	Técnicas.....	72
3.5.2	Instrumento.....	73
3.5.2.1	Validez del instrumento.....	74
3.5.2.2	Confiabilidad del instrumento.....	74
3.6	Procedimiento para el análisis de datos.....	75
3.6.1.	Diagrama de Ishikawa como instrumento de planificación estratégica.....	75
<b>IV</b>	<b>RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>77</b>
4.1	Análisis de los resultados.....	77
4.2	Formulación de estrategias y acciones.....	110
<b>V</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>117</b>
5.1	Conclusiones.....	117
5.2	Recomendaciones.....	119
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>121</b>
	<b>ANEXOS</b>	
A	Instrumentos (versión preliminar).....	126
B	Constancia de Validación.....	136
C	Instrumentos (Versión definitiva).....	138
D	Anexo Fotográfico.....	146

## LISTA DE TABLAS

### TABLAS

1	Efluentes líquidos que se generan en la planta de procesamiento de los derivados de la caña de azúcar.....	46
2	Efluentes líquidos generados en la planta de destilería del procesamiento de los derivados de la caña de azúcar.....	48
3	Efluentes que se generan en la planta productora de levadura forrajera Torula del procesamiento de los derivados de la caña de azúcar.....	49
4	Sistema de variables e indicadores (Operacionalización de variables).....	67
5	Caracterización de la población.....	72
6	Fuentes generadoras de efluentes líquidos capaces de degradar el ambiente..	78
7	Procedencia de los efluentes líquidos con alto contenido de grasas.....	79
8	Procedencia de efluentes líquidos con alto contenido de sólidos inorgánicos.	80
9	Frecuencia del mantenimiento a las calderas.....	81
10	Procedencia de efluentes líquidos (aguas aceitosas con alto contenido de grasas).	82
11	Frecuencia en el mantenimiento de maquinarias y equipos.....	83
12	Frecuencia en el mantenimiento del lavado de pisos.....	84
13	Fuente de donde proviene la vinaza.....	85
14	La vinaza como contaminante .....	86
15	Fuente de donde proviene el aceite fusel.....	87
16	El aceite fusel como contaminante .....	88
17	Fuentes del residual de torula.....	89
18	Deterioro de la diversidad biológica ocasionado por residuales de torula.....	90
19	Medidas preventivas para el manejo de efluentes líquidos.....	91
20	Manuales operativos en relación a los estándares de la normativa ambiental y las fuentes generadoras.....	92
21	Medidas correctivas para el manejo de efluentes líquidos.....	94
22	Aplicación de medidas correctivas por personal especializado.....	95
23	Medidas de control para el manejo de efluentes líquidos.....	96
24	Medida de supervisión y control, para el manejo de efluentes líquidos.....	97
25.	Elaboración de un Plan de Vigilancia y Control para manejar efluentes líquidos.....	98
26.	Aplicación de un sistema de supervisión y control para manejar efluentes líquidos.....	99
27.	Elaboración de un programa de seguimiento y monitoreo para manejar efluentes líquidos.....	100
28.	Hoja de ruta para el monitoreo del efluente.....	101
29.	Responsabilidad en el manejo de los efluentes líquidos.....	102
30.	Estrategias de vigilancia y control para ser aplicadas en el manejo de los efluentes líquidos generados en el procesamiento de los derivados de caña de azúcar.....	112

## LISTA DE FIGURAS

### FIGURAS

1	Diamante de fuego.....	41
2	Ubicación geográfica del área de estudio.....	68
3	Fuentes generadoras de efluentes líquidos capaces de degradar el ambiente.....	78
4.	Procedencia de los efluentes líquidos con alto contenido de grasas.....	79
5	Procedencia de los efluentes líquidos con alto contenido de sólidos inorgánicos..	80
6	Frecuencia del mantenimiento a las calderas.....	81
7	Procedencia de efluentes líquidos (aguas aceitosas con alto contenido de grasa).	82
8	Frecuencia en el mantenimiento de maquinarias y equipos.....	83
9	Frecuencia en el mantenimiento del lavado de pisos.....	84
10	Fuente de donde proviene la vinaza.....	85
11	La vinaza como contaminante .....	87
12	Fuente de donde proviene el aceite fusel.....	87
13	El aceite fusel como contaminante.....	88
14	Fuentes del residual de torula.....	89
15	Deterioro de la diversidad biológica ocasionado por residuales de torula.....	90
16	Medidas preventivas para el manejo de efluentes líquidos.....	91
17	Manuales operativos en relación a los estándares de la normativa ambiental y las fuentes generadoras.....	92
18	Medidas correctivas para el manejo de efluentes líquidos.....	94
19	Aplicación de medidas correctivas por personal especializado.....	95
20	Medidas de control para el manejo de efluentes líquidos.....	96
21	Elaboración de un Plan de Vigilancia y Control para manejar efluentes líquidos.	99
22	Aplicación de un sistema de supervisión y control para manejar efluentes líquidos.....	100
23	Elaboración de un programa de seguimiento y monitoreo para manejar efluentes líquidos.....	101
24	Hoja de ruta para el monitoreo del efluente.....	102
25	Responsabilidad en el manejo de los efluentes líquidos.....	103
26	Situación actual referida a los efluentes líquidos en las agroindustrias.....	109
27	Situación deseable para el manejo de los efluentes líquidos en las agroindustrias.	111

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS  
OCCIDENTALES “EZEQUIEL ZAMORA”  
VICERRECTORADO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA  
COORDINACIÓN DE ÁREA DE POSTGRADO  
POSTGRADO PLANIFICACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

**ESTRATEGIAS DE VIGILANCIA Y CONTROL AMBIENTAL  
PARA EL MANEJO DE EFLUENTES LÍQUIDOS DEL  
PROCESAMIENTO DE DERIVADOS DE CAÑA DE AZÚCAR**

Autor: Ing° Antonio Márquez  
Tutor: Ing. Dr. Oswaldo Barbera

**RESUMEN**

La presente investigación estuvo dirigida a formular estrategias de vigilancia y control ambiental para el manejo de efluentes líquidos (E.L) generados en el complejo agroindustrial Dr. Antonio Nicolás Briceño, en el municipio Candelaria del estado Trujillo. El tipo de investigación fue cuantitativa, documental, explicativa, con diseño de campo, no experimental. La población estuvo conformada por 30 sujetos expertos en el manejo de efluentes líquidos en empresas que realizan actividades análogas. Los datos se recabaron por medio de un cuestionario y entrevista, se analizaron a través de la estadística descriptiva. Entre sus resultados se destacan: la mayoría de los expertos y operadores de procesos productivos coincidieron en señalar que la fuente Calderas, Destilación, Taller industrial, y preparación de caña y molinos, ocasionan efluentes líquidos capaces de producir impactos al ambiente. Asimismo consideraron que el E.L., agua con alto contenido de sólidos inorgánicos, cenizas, fuel oíl, grasas, lubricantes y pequeñas cantidades de sacarosa es generado en la fuente calderas, los encuestados manifestaron que la fuente planta de levadura forrajera genera el efluente líquido, residual de torula. De igual forma en el estudio se evidencio que los expertos coincidieron que las medidas ambientales convenientes a ser aplicadas en el manejo de los E.L. son: preventivas, plan de manejo, medidas correctivas, planes de contingencia, y de supervisión y control, a fin de corregir las desviaciones en el proceso productivo, minimizar el efecto al ambiente, lo cual permitirá mejorar la gestión ambiental y la sustentabilidad del proceso. No existe coordinación entre la gerencia de las Empresas y el Ministerio del Ambiente, lo cual genera incumplimiento de la normativa ambiental, así como fallas en la aplicación de la legislación en materia sancionatoria. En tal sentido, se recomienda dar cumplimiento a las estrategias aquí formuladas, a fin de garantizar la sustentabilidad del proceso productivo en estos complejos.

**Palabras claves:** Estrategias, Vigilancia y Control Ambiental, Efluentes Líquidos, Complejos Agroindustriales.

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS  
OCCIDENTALES “EZEQUIEL ZAMORA”  
VICERRECTORADO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA  
COORDINACIÓN DE ÁREA DE POSTGRADO  
POSTGRADO PLANIFICACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

## **STRATEGIES FOR ENVIRONMENTAL MONITORING AND CONTROL LIQUID EFFLUENT MANAGEMENT PROCESSING SUGAR DERIVATIVES**

Autor: Ing° Antonio Márquez  
Tutor: Ing. Dr. Oswaldo Barbera.

### **ABSTRACT**

This research was aimed at developing strategies for environmental monitoring and control for the management of wastewater (EL) generated in the agroindustrial complex Dr. Antonio Nicolás Briceño, in the municipality of Trujillo state Candelaria. The research was documentary, explanatory, with field design. The population consisted of 30 subjects experts in managing wastewater in companies engaged in similar activities. Data were collected through a questionnaire and interview were analyzed using descriptive statistics. Among the results are: the most skilled and productive process operators agreed that the source boilers, distillation, industrial workshop, and preparation and cane mills, causing liquid effluent can produce environmental impacts. Also considered that the water with a high content of inorganic solids, ash, fuel oil, grease, lubricants and small amounts of sucrose is generated in the boiler source, respondents stated that the fodder yeast plant source generates the effluent liquid, residual Torula. Likewise, the study showed that the experts agreed that environmental measures suitable to be applied in the management of E.L. are: prevention, management plan, corrective measures, contingency plans, and monitoring and control (application of environmental standards, monitoring programs and monitoring, control tools, implementation of operational manuals, appropriate treatment systems), to to correct possible deviations in the production process, minimize the effect to the environment, which will improve environmental management and sustainability of the process. Also appreciate that there is no coordination between the management of the companies and the Ministry of Environment, which causes environmental non-compliance and failure in the implementation of punitive legislation.

**Keywords:** Strategies, Environmental Monitoring and Control, liquid effluents, agroindustrial complexes.

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la agroindustria ocupa un lugar significativo dentro de la producción de bienes. En términos ambientales, la mayoría de los procesos productivos de este sector han sido catalogados por diversos organismos internacionales como de impacto intermedio sobre la salud y el ambiente, en función de las características de agresividad de los procesos, tipo de productos elaborados y clase de descargas generadas, entre otros (Chidiak y Murmis, 2003).

Ante esta situación, se han incrementado la aplicación de tecnologías limpias para minimizar el efecto que producen las salidas ambientales generadas por estas industrias, todo ello sustentado en los convenios o protocolos asumidos. En este sentido, Venezuela se ha visto en la necesidad de implementar dichas tecnologías, motivado a los compromisos adquiridos en los diferentes acuerdos internacionales, particularmente por la utilización de la gasolina, como principal combustible en el sector automotor y agroindustrial.

Dentro de la biomasa más utilizada como materia prima mundialmente en los complejos agro-industriales, está la caña de azúcar para la producción integral de etanol, compuesto químico utilizado como combustible. El mismo es considerado una alternativa ecológica; pues su implemento en la gasolina contrarresta al anhídrido carbónico que es un elemento contaminante del ambiente, ya que produce el efecto invernadero, e incide sobre la salud de la población. Sin embargo, el procesamiento de la caña de azúcar trae como consecuencia efectos negativos al ambiente, por las diferentes salidas ambientales entre los cuales se encuentran los efluentes líquidos, tales como la vinaza, el residual de torula, que afectan los ecosistemas y la biodiversidad.

Es por ello que se desarrollan trabajos de investigación dirigidos a formular estrategias para el manejo de los efluentes líquidos con el fin de minimizar el impacto sobre los componentes del ambiente, a fin de mejorar la gestión ambiental de estas industrias y por ende la calidad de vida de la población asentada en el área de influencia directa de estos complejos.

En este sentido, el presente trabajo está dirigido a formular estrategias de vigilancia y control ambiental para el manejo de los efluentes líquidos generados en el procesamiento de los derivados de caña de azúcar en el Complejo Agroindustrial Dr. Antonio Nicolás Briceño, propuesto por PDVSA agrícola en el municipio Candelaria del estado Trujillo. De esta manera, el mismo se encuentra estructurado en la forma siguiente:

**Capítulo I:** comprende el planteamiento y formulación del problema; el cual consta de una descripción de lo que se pretende alcanzar, los objetivos de la investigación, la justificación y delimitación de la investigación.

**Capítulo II:** consta del marco teórico conceptual, en él se especifican los estudios elaborados por otros autores, las bases teóricas de la investigación referidas al manejo de los efluentes líquidos y las medidas ambientales. Asimismo se presenta la operacionalización de las variables, y el glosario.

**Capítulo III:** describe el marco metodológico, el cual incluye: tipo, diseño de la investigación, población objeto de estudio, técnicas para la recolección de la información, el instrumento, su validez y confiabilidad, así como las técnicas para analizar los datos.

**Capítulo IV:** comprende los resultados obtenidos de la aplicación de los instrumentos utilizados. En el mismo se expresan el análisis y comentarios de cada uno de los ítems contenidos en los instrumentos aplicados a la población objeto de estudio.

**Capítulo V:** está referido a las Conclusiones y Recomendaciones.

Finalmente se presentan las referencias bibliográficas y los anexos.

## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA

#### 1.1 Planteamiento del problema.

Los biocombustibles son tipos de combustibles provenientes de la biomasa, los cuales se han convertido a nivel mundial en un nuevo paradigma. Según Anzil (2007) en el estudio realizado por el Fondo de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO) y la Comisión Económica para América y el Caribe (CEPAL) los países que poseen mayor potencial para producir biocombustibles son: Brasil, Argentina, Perú, Colombia, Paraguay y Uruguay, por ser ésta una producción de fuente de energía para formar parte del equilibrio ambiental. Igualmente la importancia se centra en el origen biológico, así como la transformación de esta materia prima.

Tal como afirma la Fundación para el desarrollo de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora (FUNDAUNELLEZ, 2008) las materias primas se clasifican en tres grupos reconocidos; primero: maíz, trigo, soya, cebolla, papa; segundo: caña de azúcar, remolacha; tercero: madera, desechos municipales y desperdicios vegetales. Ahora bien, la de mayor ventaja es la caña de azúcar por el rendimiento que genera y es éticamente más razonable pues produce menor impacto en el encadenamiento de efectos negativos sobre la alimentación. Asimismo la producción de etanol a partir de la caña de azúcar ayuda con eficacia a controlar la contaminación ambiental, por la emisión de anhídrido carbónico causado por combustibles derivados del petróleo.

En este orden de ideas, la crisis petrolera en la década de los 70 en algunos países, especialmente Brasil ejecutó programas para sustituir la gasolina por fuente energética renovable; es así como el etanol se convirtió en la solución económica. En el año 1994 durante la Cumbre de las Américas se aprobó una declaración, donde los estados participantes se comprometían a realizar acciones tendentes a mejorar la calidad de la misma. (FUNDAUNELLEZ, 2008).

Cabe mencionar que en la ciudad de California, se presentó una contaminación hídrica, por hacer caso omiso a dicha declaración, motivo por el cual se acordó progresivamente su prohibición. Todo esto se encuentra expresado en el tratado de Kioto, específicamente lo referido a la sustitución del tetra-etilo de plomo en la gasolina, por el etanol 8 – 10 %.

Sin embargo, con la producción de biocombustibles surgen otros impactos ambientales entre ellos: la tala indiscriminada de los bosques amazónicos (Brasil), disminución del recurso agua indispensable para la vida, los efectos ambientales por los efluentes o residuos de la destilería (vinaza), la producción de levadura (residual de torula), casos de focos de contaminación en la plataforma cubana que afectan los recursos pesqueros, entre otros. Cabe señalar, en México las descargas de vinaza contaminan ríos, lagos, y suelos, lo que provoca daños severos al ambiente. (FUNDAUNELLEZ, 2008).

La generación de contaminación a nivel mundial, ha crecido de manera vertiginosa por efecto de los residuales líquidos, aunque en algunos países, como Colombia, Costa Rica y Cuba, han implementado tratamientos para controlar los efluentes líquidos a través de producción de Biogás y Biofertilizantes, lo cual se considera una alternativa de grandes perspectivas, para minimizar el deterioro ambiental. (FUNDAUNELLEZ, 2008).

Venezuela, ha manifestado ante los diferentes acuerdos una conciencia ambiental, ello se evidencia en su legislación en esta materia, la cual cuenta con varios instrumentos legales, tales como: La Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, Ley Penal del Ambiente, Ley Orgánica del Ambiente, entre otros así como Decretos, Resoluciones y Normas. Los citados instrumentos contienen temática actualizada en dichos protocolos, referidos al desarrollo sustentable, modalidades agrícolas sostenibles, gestión ambiental, adopción de tecnologías menos contaminantes como el gas, y otras como la auditoría, control y planificación ambiental.

Asimismo, Venezuela como exportador de petróleo y sus derivados, importa etanol desde Brasil, para cubrir sus compromisos adquiridos. Es por eso, que a partir

del 2008 a través de PDVSA–Agrícola, se dio inicio a la construcción de once complejos agroindustriales con el fin de utilizar la caña de azúcar (biomasa) como materia prima, y de ese modo producir etanol para minimizar los impactos al ambiente, particularmente el reemplazo de tetra-etilo por etanol como oxigenante en la gasolina, a fin de disminuir los gases invernadero. Sin embargo, se ha demostrado que los efluentes líquidos resultantes perjudican las especies vegetales, la fauna silvestre y acuática, así como la salud en la población.

En relación al estado Trujillo, por sus potencialidades agrícolas fue seleccionado para la construcción de dos complejos los cuales tendrán como función principal el procesamiento de los derivados de la caña de azúcar. Los mismos se encuentran ubicados en los Municipios Bolívar y Candelaria. En este último, específicamente en la finca “Independencia”, se localiza el proyecto denominado “Complejo agro-industrial para el procesamiento de los derivados de la caña de azúcar. Dr. Antonio Nicolás Briceño”, en el sector las Llanadas de Monay, jurisdicción de la Parroquia San José.

En este sentido, el citado proyecto de acuerdo a la función para la cual es creado, puede ocasionar impactos tanto positivos como negativos. Entre los impactos positivos a nivel socio-económico se tiene el establecimiento de un desarrollo sostenible que promueve beneficios sobre la economía local, genera empleos directos e indirectos, e incentiva la conservación ambiental. Como impactos negativos, las diferentes salidas ambientales que allí se podrían generar particularmente los efluentes líquidos provenientes de la destilería (vinaza) y la producción de levadura forrajera (torula), pueden ocasionar focos de contaminación que afectan al entorno y por ende la biodiversidad.

Es pertinente señalar, las principales fuentes generadoras de efluentes líquidos (EF) en los complejos agroindustriales promovidos por PDVSA-Agrícola, son entre otros: preparación de cañas y molinos, talleres industriales, laboratorio, limpieza de evaporadores, calentadores, purga de calderas, aguas residuales provenientes de los servicios sanitarios y lavado de pisos. Mientras en la producción de alcohol se tienen

las aguas de enfriamiento de condensadores, tinas de evaporación o enfriamiento, vinaza o residuos de la torre de destilación. (FUNDAUNELLEZ, 2008).

De allí la principal problemática radica que por cada litro de alcohol producido a partir del jugo de la caña se generan entre 12 y 16 litros de vinaza, que es un residuo orgánico líquido de color café oscuro que resulta de la fermentación de la melaza de la caña de azúcar, utilizada en la destilación del alcohol; contiene una gran cantidad de potasio y otros nutrientes como el fósforo y nitrógeno. Se estima que por cada litro de alcohol se producen entre 10 y 15 litros de vinazas, por tal motivo se considera un residuo muy contaminante para la flora y la fauna debido a su alta Demanda Química de Oxígeno (DQO) que oscila entre 60 y 70 g/l. (Germain, 2010). Igualmente ocasiona disminución de la calidad del suelo, cuerpos de agua, calidad del aire, salud pública, flora y paisajismo, asociados al sistema de drenaje y de la actividad industrial.

Cabe señalar que al realizar descargas de vinazas a cuerpos de agua afecta la calidad, altera la composición química y física, lo cual ocasiona un efecto sinergia con afectación de la fauna y flora acuática, muerte de peces, mutaciones, pérdida del bentos, falta de oxígeno (DQO Y DBO), provoca eutrofización, genera cambio del paisaje por el aspecto que se presenta en el cauce. En este aspecto aunque es perjudicial se considera controlable a través de sistemas de tratamiento que minimicen la presencia de su carga contaminante. (Perdigón et. al, 2005)

En cuanto a los impactos al aire, se tiene que la afectación a este componente radica en que en su proceso de almacenamiento, ocurre proceso de fermentación lo cual origina emanaciones de gases (vapores, malos olores), los cuales repercuten sobre la población asentada en un radio de aproximadamente 5 a 8 kilómetros de distancia. (Perdigón et. al, 2005).

En relación a los impactos al suelo, aunque la vinaza se presenta como un efluente líquido contaminante por su contenido químico, esta produce efectos beneficiosos sobre el suelo en la aplicación de fertiriego por aportes significativos de fósforo, potasio, nitrógeno y alto contenido de materia orgánica, sobre todo en aquellos de baja fertilidad natural, poco permeables, aumentando su composición físico química,

salinización de estos, lo que se traduce en aumentos en el rendimientos agrícolas tal es el caso de la caña de azúcar, (Perdigón et. 2005), sin embargo debe ejercerse sobre este aspecto un acentuado monitoreo que permita manejar todas las variables ambientales mediante estudios de investigación en parcelas de suelos con diferentes fases de control.

Además, las vinazas son ácidas con un Ph alrededor de 4 y sale del proceso a altas temperaturas, la cual de no ser manejada adecuadamente ocasionaría perjuicio a la población aledaña, así como contaminación a los cursos de agua existentes en la zona, los cuales son afluentes de la Represa de Agua Viva, principal cuerpo de agua del estado Trujillo.

### **1.1.1 Formulación del problema.**

En atención a la problemática antes señalada, es pertinente, una gestión ambiental a través de un proceso dinámico de planificación con un criterio de sustentabilidad, bajo un rígido control de monitoreo, que garantice un adecuado manejo y reducción de los efluentes a ser generados en el Complejo agro-industrial para el procesamiento de los derivados de la caña de azúcar.

En relación a la vinaza o residual de torula (FUNDAUNELLEZ, 2008), señala que serán utilizadas en la preparación de núcleos proteicos en raciones alimenticias para animales, y como estrategias de fertirriego por su composición química, con el propósito de lograr un desarrollo sostenible. Es por ello que se requiere de una vigilancia y control en el tratamiento y manejo de los residuales, para evitar contaminación al ambiente. Por lo tanto al formular estrategias de vigilancia y control ambiental, se garantiza la sustentabilidad en los procesos productivos de los complejos agroindustriales para el procesamiento de los derivados de la caña de azúcar. En tal sentido, se formulan las siguientes interrogantes:

¿Cuáles son las principales fuentes generadoras de efluentes líquidos que pueden deteriorar el ambiente por las actividades que se prevén durante la operatividad del complejo Agroindustrial Dr. Antonio Nicolás Briceño, propuesto por PDVSA-Agrícola en el municipio Candelaria del estado Trujillo.

¿Qué medidas ambientales, sistema de supervisión y control para el manejo de los efluentes líquidos a ser generados en el procesamiento de los derivados de la caña de azúcar en el Complejo Agroindustrial serán necesarias para mitigar el impacto producido por la puesta en marcha de dicho complejo?

¿Cuáles son las estrategias más idóneas en cuanto a vigilancia y control ambiental, para el manejo de efluentes líquidos a ser generados en el procesamiento de los derivados de la caña de azúcar en el Complejo Agroindustrial “Dr. Antonio Nicolás Briceño”, municipio Candelaria del estado Trujillo?

Las interrogantes anteriormente señaladas, conducen a los siguientes objetivos.

## **1.2 Objetivos de investigación**

### **1.2.1 Objetivo general.**

Formular estrategias de vigilancia y control ambiental para el manejo de los efluentes líquidos a ser generados en el procesamiento de los derivados de caña de azúcar en el Complejo Agroindustrial Dr. Antonio Nicolás Briceño, propuesto por PDVSA-Agrícola, en el municipio Candelaria del estado Trujillo.

### **1.2.2 Objetivos específicos.**

Identificar las principales fuentes generadoras de efluentes líquidos que pueden deteriorar el ambiente, por las actividades que se prevén durante la operatividad del Complejo Agroindustrial Dr. Antonio Nicolás Briceño, en el municipio Candelaria estado Trujillo.

Describir las medidas ambientales, sistema de supervisión y control para el manejo de los efluentes líquidos a ser generados en el procesamiento de los derivados de la caña de azúcar, en el Complejo Agroindustrial Dr. Antonio Nicolás Briceño, en el municipio Candelaria del estado Trujillo.

Establecer estrategias en las que se sustente la vigilancia y control para el manejo de los efluentes líquidos a ser generados en el procesamiento de los derivados de la

Caña de Azúcar, en el Complejo Agroindustrial Dr. Antonio Nicolás Briceño, en el municipio Candelaria del estado Trujillo.

### **1.3 Importancia y justificación de la investigación.**

Ante la incertidumbre de las diferentes crisis económicas vividas en el mundo, aunado a la baja y alza de los precios del petróleo sin una estabilidad coherente, motiva a que varios países, emprendan programas de investigación, dirigidos a la sustitución de la gasolina por fuentes energéticas renovables y dar cumplimiento a los acuerdos asumidos en la convención de Kioto.

En este sentido, los EE.UU, en 1996, prohibió la venta de gasolina con plomo por su paulatina contaminación ambiental. Igualmente Brasil en la década de los setenta, se convirtió en el primer país del mundo que eliminó el uso del tetra etilo de plomo como aditivo por etanol ( $C_2H_5OH$ ), a partir de la caña de azúcar como materia prima. (FUNDAUNELLEZ, 2008). Cabe mencionar que este se convirtió en el oxigenante preferido a nivel mundial por los productores de gasolina.

A tal efecto, Venezuela utilizaba el tetra etilo de plomo como antidetonante en las gasolinas, pero ha decidido sustituirlo por el etanol mezclado al 8-10%, para lo cual a través de la empresa PDVSA, inició la construcción de once (11) complejos agroindustriales en el país, con estos, se obtendría la producción de derivados, cuyos principales productos serían: alcohol carburante a 99.5 °GL, levadura de torula en polvo, electricidad, alimento para animales en forma de piensos, fertilizante orgánico (Compost), entre otros. Esta visión permitirá, mejorar sustancialmente la relación mercado-productor, e incorporar a pequeños y medianos productores al proceso agroalimentario del país. (FUNDAUNELLEZ, 2008).

Tal como se señaló en el planteamiento del problema, en el municipio Candelaria del Estado Trujillo, se dio inicio a la construcción del complejo agroindustrial, el cual tiene como objetivo: fomentar el desarrollo de la producción de etanol, lograr el aprovechamiento sustentable de los suelos, preservar el medio ambiente, y contribuir al desarrollo social del estado, entre otros.

Por consiguiente se debe tener presente que los complejos agroindustriales para la producción de etanol y procesamiento de los derivados de la caña de azúcar, se encuentran dentro de las cinco industrias más contaminantes de las cuencas acuíferas, motivado al consumo de agua y energía utilizado en su proceso productivo, generan volúmenes de aguas residuales contaminantes, lo que ha provocado desequilibrios a nivel ambiental. (FUNDAUNELLEZ, 2008).

Dentro de este orden de ideas, los efluentes líquidos producidos en las agroindustrias, debido a la toxicidad y su potencial efecto sobre los seres humanos y persistencia en el ambiente, así como los impactos ambientales asociados al manejo de estos, se han convertido en propósito de estudio, no sólo por las cantidades que se producen a medida que la tecnología continúa desarrollándose, sino también a los riesgos inherentes en cuanto a las prácticas incorrectas de disposición final de los mismos.

Es por ello que es necesario realizar estudios descriptivos, explicativos y propuestas de trabajo que conlleven a mejorar el manejo de estos residuos, los cuales representan riesgos y efectos adversos para la salud de la población ubicada en la zona de influencia de los Complejos agroindustriales. Asimismo, la justificación de esta investigación viene dada desde el punto de vista teórico, metodológico y práctico.

A nivel teórico, la revisión de investigaciones anteriores y bibliografía especializada, permite la ampliación del objeto de estudio, aunado al conocimiento sobre el proceso productivo y funcionamiento de los complejos industriales, lo cual está sustentado en los estudios de impacto ambiental y socio cultural, que desarrollan ampliamente estos aspectos.

Igualmente la revisión de la normativa legal en materia ambiental vigente en Venezuela, sustenta todo lo relacionado con las medidas ambientales y de supervisión y control que deben ser implementadas con la finalidad de minimizar los impactos negativos al ambiente, a los fines de lograr la interacción, ambiente, hombre y empresa, de manera holística.

Desde una perspectiva metodológica, el presente estudio destaca el valor de la gestión ambiental en este tipo de actividad, la cual estriba en la implementación de instrumentos de control que sean útiles y aplicables para el seguimiento y monitoreo en las diferentes etapas o fases del proceso productivo en los complejos agroindustriales de igual naturaleza.

Igualmente, los instrumentos utilizados para recabar la información en el presente trabajo, los cuales fueron validados por profesionales expertos en la materia, permitirá que los mismos puedan ser aplicados en empresas del sector y con fines similares. De igual manera la investigación servirá como antecedente para ser revisado por otros estudiantes que desarrollen estudios relacionados con igual temática.

A nivel práctico, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo general: Formular estrategias de vigilancia y control ambiental para el manejo de los efluentes líquidos generados en el procesamiento de los derivados de Caña de Azúcar en el Complejo Agroindustrial Dr. Antonio Nicolás Briceño, propuesto por PDVSA-Agrícola en el municipio Candelaria del estado Trujillo. Las mismas se consideran de vital importancia, toda vez que constituyen una herramienta para afianzar la gestión ambiental durante el procesamiento de los derivados de la caña de azúcar.

Así mismo, con el desarrollo de este estudio, se propiciará un trabajo en equipo que marque pautas importantes a los organismos encargados del seguimiento y control de estas actividades, para avanzar hacia nuevos enfoques enmarcados bajo un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en armonía con el ambiente donde el hombre desarrolla sus diferentes actividades.

#### **1.4 Delimitación de la investigación**

El presente trabajo de investigación está dirigido a: Formular estrategias de vigilancia y control ambiental para el manejo de los efluentes líquidos generados en el procesamiento de los derivados de caña de azúcar en el Complejo Agroindustrial

Dr. Antonio Nicolás Briceño, propuesto por PDVSA agrícola en el municipio Candelaria del estado Trujillo.

La población objeto de estudio, está conformada por supervisores vinculados al proceso productivo de agroindustrias análogas a estos complejos en otras regiones del país, funcionarios expertos adscritos a los programas de Calidad Ambiental, Vigilancia y Control del Ministerio del Poder Popular para el Ambiente y PDVSA-Agrícola, ALBA. (Alternativa Bolivariana para las Américas). El lapso de ejecución estuvo comprendido desde el mes de marzo hasta Junio del 2012.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

El presente capítulo sustenta el basamento teórico donde se fundamenta el estudio, a tal efecto se hace referencia a los antecedentes de la investigación, bases teóricas referidas a: gestión ambiental, estrategias de manejo, efluentes líquidos, vigilancia y control, igualmente el sistema de variables e indicadores y las bases legales que sustentan el desarrollo del trabajo.

#### **2.1. Antecedentes de la investigación.**

Es preciso acotar que existen pocos países en el mundo que presentan trabajos sobre vigilancia y control ambiental en agroindustria, sin embargo a continuación se describen algunos estudios que guardan relación con la investigación.

El Plan Nacional de Vigilancia y Control, elaborado por el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente. Dirección General de Vigilancia y Control Ambiental (2009), formula líneas de acción dirigidas a minimizar la problemática ambiental a nivel nacional. En tal sentido, expone: La vigilancia y el control de “lo ambiental” estaba circunscrito muy especialmente al sector agrícola a través de dos variables de gran peso: La erosión de los suelos y la afectación de los bosques.

A raíz del proceso constituyente y de la aprobación de la nueva Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, la orientación de los criterios de vigilancia y control ambiental es cambiada hacia la sustentabilidad, es decir hacia la gestión de un uso racional de los recursos naturales y el medio, como instrumento para lograr una mejor calidad de vida de toda la colectividad nacional en cuanto a las variables ambientales se refiere.

Asimismo toma peso la vigilancia y el control ambiental de aquellos factores relacionados directamente con la calidad de vida de la población. El propósito de la misma, está basado en la claridad de criterio, la firme intención y disposición para

ejecutar una estrategia consecuente capaz de lograr éxitos parciales en el corto plazo, cohesionados entre sí por la visión del mediano plazo, hacia el logro del objetivo crucial “la Misión” como un reto compartido.

Con la ejecución de este Plan Nacional se sientan las bases para ejercer de manera más precisa y coherente la vigilancia y control en todas aquellas actividades que tiendan a degradar el ambiente incluso al hombre como factor fundamental del mismo. Este trabajo guarda estrecha relación con la presente investigación ya que proporciona un aporte para la realización de su objetivo general.

Por su parte, Araujo (2007) elaboró la propuesta “La adopción de un sistema de gestión ambiental en empresa productora de etanol en Mérida Venezuela”. El referido trabajo de investigación es una propuesta sobre la situación ambiental de las empresas productoras de alcohol etilo con la finalidad de identificar aquellas actividades susceptibles de causar impactos ambientales. Dicho estudio está enmarcado en un proyecto factible.

La particularidad de esta propuesta es que puede ser implementada en la mayoría de las industrias sin necesidad de contratar consultores externos; se busca así incrementar la motivación necesaria para que en la destilería se adopte una cultura ambientalista. El referido estudio marco pautas en cuanto al desarrollo de posibles alternativas de manejo que se pueden llevar a cabo en la gestión ambiental para efluentes líquidos.

En este orden de ideas, Aguilar (2007), en su trabajo de investigación titulado “Bioetanol de la caña de azúcar” concluye: el uso de etanol traerá beneficios ecológicos, económicos y sociales por lo tanto es importante desarrollar tecnologías para una producción que permita satisfacer la demanda. En tal sentido es necesario tener herramientas y criterios que permitan tomar decisiones adecuadas, planear estrategias que aseguren el desarrollo, autonomía y el equilibrio del medio ambiente, así como generar información de las diferentes tecnologías.

La producción de etanol a partir de la agroindustria azucarera obliga a la integración de la destilería con la producción de azúcar, lo que posibilita no solo el empleo de las mieles finales, sino también de los jugos, mieles intermedias y el uso

del bagazo como energético. En un sentido general manifiesta que se pueden emplear otras alternativas de materias primas que representan ventajas en el ahorro de mieles, disminución en el consumo de combustibles, incremento de la calidad de azúcar y una mayor integración tecnológica azúcar-derivados dentro del complejo agroindustrial.

Cabe destacar que el uso energético de la biomasa cañera tiene una larga tradición en la industria azucarera mundial; sin embargo, la baja eficiencia generada aunada al hecho de que únicamente se pueda disponer de energía en el periodo de molienda, constituyen limitaciones fundamentales para el racional aprovechamiento de este preciado recurso. Esta investigación permitió estructurar en parte varios ítems de los instrumentos utilizados en la recolección de información de procesos al presente estudio.

De igual modo, Vázquez y Dacosta (2007), en su trabajo de investigación “Fermentación Alcohólica: una opción para la producción de energía renovable a partir de desechos agrícolas”, señalan que la biotecnología ofrece diversas opciones para la generación de energías renovables, una de ellas es la producción de bioetanol el cual se obtiene mediante fermentación, también se usa en la preparación de carburantes para vehículos automotores.

En este trabajo se presenta una propuesta para la obtención de este combustible mediante una unidad de fermentación. Los resultados de los ensayos en rendimiento y productividad son similares a otros laboratorios si se considera que esta unidad piloto funciona en condiciones no estériles, lo que representa como ventaja un ahorro de energía no despreciable.

En conclusión es importante puntualizar que en este trabajo se propone la producción de etanol a partir de subproductos, desechos, coproductos y de productos agrícolas de baja demanda, con el objetivo de añadir valor agregado a estos, así como nuevos empleos para mitigar la pobreza y diversificar la producción en beneficio directo de los habitantes de las zonas rurales. Finalmente esta investigación aporta aspectos relacionados con la utilización de subproductos derivados del procesamiento de la caña de azúcar.

En este contexto, Cárdenas (2007), en su trabajo de investigación “Potencialidad del cultivo de la caña de azúcar en Argentina como fuente de Bioetanol” expresa, todo proyecto de elaboración de biocombustible debe tender a satisfacer por lo menos cuatro condiciones previamente analizadas mediante metodologías apropiadas: balance energético, balance ambiental, balance económico, y balance social. En este caso se analizó la caña de azúcar como materia prima para la producción de bioetanol, ya que la misma cumple con todas las premisas por sus niveles posibles de producción, balances energéticos y ambientales.

En consideración a lo planteado se hace referencia a lo siguiente: sobre el balance económico, mucho depende de los precios de los insumos y del valor que se le asigne al producto final. Aquí juega un rol importante los subsidios que las autoridades determinen, esto guarda una estrecha relación con el balance de impacto social, el que se considera positivo por la generación de puestos de trabajos en dicha área y por su efecto multiplicador en la economía.

Se debe tener en cuenta que la caña de azúcar dispone de materiales celulósicos en su composición, puede además tener gran futuro en la producción de combustibles de segunda generación a partir de la misma. En conclusión, la actividad agroindustrial en estas circunstancias representa un importante aporte para la superación de este problema, a través de producciones menos agresivas para el medio ambiente, y que simultáneamente generen oportunidades para áreas rurales especiales con buen desarrollo económico y social.

El aporte del referido estudio a la presente investigación está enmarcado particularmente en relación a los conocimientos acerca del uso de la caña de azúcar como fuente de materia prima en tecnologías limpias utilizada en procesos agroindustriales.

Por su parte Perdigón, et.al (2005) en su trabajo de investigación intitolado “Las vinazas de los jugos de caña energética más miel final y su impacto sobre el medio ambiente en la destilería Paraíso de la Provincia de Santi Spíritus” aborda el estudio de impacto ambiental como un elemento de especial importancia en la gestión ambiental para analizar la utilización de un subproducto del proceso de la industria

azucarera. La información obtenida durante el estudio lleva a conclusiones sobre los impactos que pueden producir en el entorno la instalación y desarrollo de una acción. Los principales indicadores de impacto tomados en cuenta en este trabajo son los tecnológicos y medio ambientales.

Los efectos ambientales que la industria azucarera genera inciden directamente en la población, ya sea por la emisión de partículas, gases contaminantes, residuales sólidos o líquidos, que dificultan el saneamiento ambiental en los asentamientos, provocado fundamentalmente por el atraso tecnológico de la industria, la escasa educación ambiental en la población asentada en sus alrededores. Por lo que se hace necesario controlar el impacto ambiental que estos provocan desde la fase agrícola hasta la fase industrial del proceso.

Entre los resultados obtenidos, se destaca que la vinaza de destilería tiene un impacto negativo sobre el aire pues produce malos olores, y por tanto un efecto negativo sobre la población ubicada a distancias superiores a los 5 Km. de la planta generadora del residuo. En cuanto al grado de contaminación, se considera no controlable y de temporalidad permanente, pues una vez generado el residual produce estos efectos. Igualmente la vinaza tiene una influencia negativa controlable sobre la calidad del agua, ya que se pueden identificar alternativas para minimizar los impactos del residual sobre el agua.

Este aspecto está muy relacionado con el impacto negativo que se ejercería sobre el medio biótico (flora, fauna) y el paisaje, al verterse directamente en el río o embalse. Perdígón, et.al (2005), considera que si no se toman en cuenta los parámetros de caracterización, se produciría un alto grado de contaminación en el cuerpo receptor por efecto de eutrofización no controlable, afectaría el equilibrio de la flora y la fauna, así como el paisaje por cambio en el aspecto de su cauce.

Cabe mencionar, la vinaza afecta la estructura urbana y rural, porque una vez producida se requiere diseñar esquemas de tratamiento y reutilización, además ubicarse de acuerdo a la dirección de los vientos para minimizar el efecto de los malos olores, durante su tratamiento en el sistema de lagunas.

Finalmente se plantea con relación a la vinaza de jugos de caña energética que no existen diferencias significativas con respecto a la vinaza obtenida de sustrato convencional (miel final). Asimismo se demuestra en este trabajo y se han reportado beneficios sobre el suelo y el cultivo de la caña de azúcar. Por tal motivo se propone en primer lugar, la reutilización de la vinaza de caña energética en el fertirriego de la caña de azúcar, y en segundo lugar emplear la caña energética como materia prima para la generación de energía eléctrica y la producción de bioetanol.

En conclusión indica lo siguiente: 1. Se seleccionan los indicadores tecnológicos y ambientales, así como la metodología de impacto, porque estos son aplicados en la evaluación de tratamientos secundarios de residuales. 2. La vinaza provoca impactos negativos sobre el medio ambiente fundamentalmente en el aire, la población, la calidad del agua, la flora y fauna en los cuerpos receptores; sin embargo produce beneficios sobre el suelo, los rendimientos agrícolas cañeros y el uso del agua, por lo que buscar una adecuada utilización de la misma permite disminuir los impactos negativos sobre el medio ambiente.

Este trabajo guarda estrecha relación con la investigación ya que aporta información vital para la ejecución de la misma. Particularmente la referida a los aspectos teóricos relacionados con la vinaza, sus efectos al ambiente y su utilización en fertirriego y energía eléctrica.

Duran, et.al (2004) en su proyecto de investigación “Uso del Agua y la Energía en Ingenios Azucareros alcoholeros”, los objetivos planteados en el estudio, fueron: Establecer sistemas de tratamiento que permitan depurar las aguas residuales al mínimo costo posible. Estudiar la instrumentación real que permitan su construcción, arranque y operación con los medios humanos y materiales disponibles. Desarrollar investigación básica con experimentos a escala de laboratorio que permita simular el comportamiento de los sistemas y establecer parámetros cinéticos para su escalamiento.

Así mismo se presentan los resultados obtenidos durante un lapso de siete meses, y dado que esta fase experimental se encuentra en su primera etapa, los mismos no son definitivos, por cuanto se analizarán posteriormente los suelos recolectados de los

lisímetros por estratos y los perforados conservados congelados. También se plantea para la segunda etapa experimental el empleo de los efluentes de los sistemas aerobios para corroborar si el lixiviado cumple con la normativa existente a nivel mundial.

Finalmente concluyen: como estrategia para otros trabajos de investigación determinar la máxima eficiencia de remoción de los sistemas anaerobios conectados con los sistemas aerobios en serie y éstos con los lisímetros. Esto permitirá definir el sistema a usar en las plantas de alcohol etílico para tratar sus efluentes de las torres de destilación, donde se evalué lo económico y energético del sistema seleccionado.

El presente proyecto proporciona información para el desarrollo de la investigación, en cuanto a los sistemas de tratamiento de los efluentes líquidos, así también en los aspectos metodológicos utilizados, los cuales sirvieron de base para la construcción de los instrumentos de investigación.

Mesa, González, et.al (2002) en su trabajo de investigación titulado “Estudio de alternativas tecnológicas para, la producción de etanol carburante”, está dirigido a explorar las posibilidades de la utilización integral de la caña de azúcar con resultados concretos en la obtención de alcohol carburante. Realiza también una revisión de las alternativas energéticas que la caña de azúcar ofrece, con énfasis en la factibilidad tecnológica del alcohol etílico, presenta el potencial como materia prima de las diferentes corrientes del proceso fabril azucarero.

El uso de los residuales cierra el ciclo productivo y se analiza como evidencia de la elevada seguridad ecológica para la alternativa de la caña de azúcar en el marco de un desarrollo sostenible. Finalmente se presentan dos casos de estudio que constituyen variantes tecnológicas para la obtención de etanol incluso el tratamiento y utilización de residuos industriales.

Como conclusión los mejores resultados fueron obtenidos en combinaciones donde siempre estuvo el jugo de los filtros, lo cual indica que influye favorablemente en la fermentación, siendo muy promisorio su uso como sustrato en la fermentación alcohólica, el jugo secundario aunque no es de una óptima calidad puede ser utilizado también en el proceso si se le combina con miel y jugos de los filtros.

Los modelos desarrollados a partir de estos resultados experimentales obtenidos en el laboratorio son útiles para aplicaciones futuras a escala industrial. En cuanto a la correspondencia de esta investigación, con el presente estudio, la misma se sustenta en el uso y tratamiento de los residuales líquidos generados en el procesamiento de la caña de azúcar para la producción de bioetanol.

## **2.2 Bases teóricas.**

### **2.2.1.- Planificación ambiental. Aspectos conceptuales.**

Actualmente se reconoce que el éxito de todo proceso de planificación, va desde la identificación de la problemática, objetivos y estrategias de solución, formulación de planes y proyectos, hasta la implementación y operación de los últimos. La planificación pública del desarrollo, como proceso y política del estado debe en todo caso estar en capacidad de generar el conocimiento adecuado a los elementos de orden físico natural, socio-económico y político administrativo. Al respecto, la planificación para Méndez (2005) “puede entenderse, como una función y un instrumento de gestión pública para controlar, promover y dirigir los sistemas sociales contemporáneos, articulados a sus bases de sustentación ecológica y expresada en su cuerpo territorial, entre otros enfoques de planificación y gestión”.

Dentro de este mismo marco de ideas, (Castellano, citado por Méndez, 2005), plantea que la planificación no es ciencia en el sentido de no pretender establecer un conjunto de teorías que permitan predecir el comportamiento de algo frente a determinados estímulos. Al contrario, es una forma de artesanía inmersa en los procesos de tomas de decisiones, relacionadas con la distribución de los recursos relativamente escasos entre fines múltiples.

De otra manera, la Ley Orgánica del Ambiente de Venezuela (2006) define la Planificación Ambiental como el proceso dinámico que tiene por finalidad conciliar los requerimientos del desarrollo socio económico del país, con la conservación de los ecosistemas, los recursos naturales y un ambiente sano, seguro y ecológicamente equilibrado.

### **2.2.2 Estrategias. Conceptualización.**

No existe una definición de estrategia única y que esté aprobada en forma universal. En este sentido, Rodríguez E. (2007), expresa “la finalidad de toda estrategia es mostrar hacia donde se dirige la empresa y su manera de actuar para conseguir unos resultados superiores sostenibles, incluir el ambiente en el proceso de formulación de estrategias no es solo conveniente sino necesario”.

Por su parte, Bandes (2009) menciona que la estrategia “es un conjunto de alternativas posibles a ser consideradas a la hora de tomar decisiones para llevar a cabo las acciones apropiadas con la finalidad de lograr el o los objetivos propuestos” Quivera (2004), expresa “la estrategia es efectivamente una herramienta, pero además es un arte que las personas pueden usar para lograr un objetivo con efectividad y eficiencia, apoyándose para ello en la planificación, organización, dirección y control de los pasos y/o procesos”. Todo esto con visión de futuro y en estrecha concordancia con el ambiente.

Igualmente Quivera (op.cit.) plantea las siguientes consideraciones sobre la estrategia “es lo que da realismo a un plan o proyecto. Los objetivos y metas deseables vienen dadas por el modelo normativo, el cual surge del proyecto, donde la planificación constituye una cuestión sustantiva a la que no se puede renunciar”. En sentido general constituye “el arte de dirigir un conjunto de operaciones orientadas al logro de un objetivo vinculado a la planificación”. La estrategia hace referencia a los cursos de acción, y procedimientos establecidos para alcanzar las metas.

### **2.2.3 Vigilancia y control ambiental en el contexto internacional y nacional.**

La vigilancia y control ambiental, se define como “la actividad dirigida a controlar el aprovechamiento de los recursos naturales en forma sustentable y en concordancia con la ocupación del territorio”. Tal visión y estrategia es visualizada a través de proyectos con metas concretas y sus costos respectivos, orienta los esfuerzos hacia las regiones con mayor deterioro y potencialidad.

En este sentido, la red de funciones ABC (2010), señala “la vigilancia consiste en el monitoreo del comportamiento de procesos que se encuentra insertos dentro del

comportamiento de un determinado sistema con el objetivo de detectar a aquellos que interfieran con la conformidad de las normas vigentes”. De allí pues, la vigilancia ambiental está orientada a resolver, mitigar y prevenir los problemas de carácter ambiental.

En Venezuela, la vigilancia y control ambiental se realiza a través del Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, bajo la Dirección General de Vigilancia y Control Ambiental. Asimismo el despacho decidió encomendar a un equipo profesional, la elaboración de un Plan Nacional capaz de garantizar en forma programada cambios en la conservación y/o afectación del medio ambiente.

El Plan Nacional de Vigilancia y Control Ambiental (2003) contiene todo el fundamento conceptual, metodológicamente analizado, del problema ambiental que amerita de la labor de vigilancia y control, así como de la estrategia planteada para enfrentarlo en el largo plazo. Cabe señalar, el Reglamento sobre Guardería Ambiental, tiene por objeto establecer las normas que regirán la organización, funcionamiento, atribuciones y coordinación de los organismos y funcionarios para el ejercicio de la Guardería Ambiental, la cual será ejercida por los ministerios con competencia en materia de: Ambiente, Salud, Agricultura y Tierra, Energía y Petróleo y por la Fuerza Armada Nacional, por órgano de la Guardia Nacional, y demás entes del Poder Público Nacional, Estatal y Municipal. Igualmente las comunidades organizadas, consejos comunales y asociaciones civiles con fines ambientales

Los funcionarios de la Guardería Ambiental, representantes del Poder Público, están facultados para tramitar en el marco de sus competencias y de conformidad con la normativa sobre la materia, lo conducente ante la comisión de un hecho punible ambiental o de una infracción administrativa, en garantía de la conservación del ambiente y del desarrollo sustentable

#### **2.2.4. Gestión ambiental y desarrollo sustentable.**

Con el desarrollo de las ciencias ambientales se ha popularizado el término gestión ambiental, el cual integra todas las acciones encaminadas a actuar positivamente sobre los recursos naturales y el hombre en el ambiente. En este sentido Sandia

(2005) expresa “la gestión ambiental está relacionada con una serie de aspectos de orden político, legal, administrativo y técnico, que generen y faciliten su desarrollo, e igualmente con instrumentos de gestión dentro de los cuales se juega un papel preponderante la planificación” Igualmente incluye el ordenamiento territorial, como punto de partida de la gestión ambiental.

Los principios por los cuales se rige el desarrollo sustentable son los siguientes: respecto y cuidado por la vida, mejorar la calidad de la misma, mantener la capacidad en el planeta, minimizar la explotación de los recursos naturales renovables y no renovables, el uso de la energía solar, hidroeléctrica y eólica en sustitución de la energía petrolera, carbonífera y nuclear. En los procedimientos técnicos se impone la sustitución de la química por la biología (desarrollo de la biotecnología), esto incluye el desarrollo de tecnologías propias, control de tecnologías importadas, y aplicación de las leyes ambientales, entre otras.

En síntesis, el desarrollo sustentable es la solución macro sistémica a la crisis ambiental. En este sentido, todo proceso de desarrollo industrial trae consigo una problemática ambiental la cual se hace exponencial ante sus diferentes salidas ambientales. Dentro de este marco, Sandoval (2007) expresa “la gerencia ambiental en este siglo, se realiza a través de un proceso dinámico de planificación dentro de los requerimientos de desarrollo, bajo un control y monitoreo de los procesos, así como de las actividades correctivas”. A fin de comprobar si se ajusta a las normas y corregir las fallas o desviaciones.

### **2.2.5 Complejos agroindustriales**

Vigorito (1978) los define como “conjunto económico compuesto por la sucesión de etapas productivas vinculada a la transformación de biomásas como materia prima, cuya producción se basa en el potencial biológico del espacio físico”. Según FUNDAUNELLEZ (2008:1) “los recursos generados por la renta petrolera, son invertidos en empresas estratégicas, tales como los centrales de producción de etanol en los complejos agroindustriales, con la finalidad de promover soberanía nacional en la producción de gasolina ecológica”. En tal sentido, surgen toda una serie de

operaciones productivas que van desde la unidad agrícola en sí, el almacenamiento, procesamiento, y distribución de biocombustibles como productos y subproductos.

*Materia prima en los Complejos Agroindustriales (caña de azúcar):* La principal materia prima en el proceso agroindustrial, lo constituye la caña de azúcar (*saccharum officinarum*). Entre las bondades que soportan la selección de este rubro, como materia prima, entre otras se tienen las siguientes: Alto rendimiento por hectárea (80 ton/ha), alto rendimiento de etanol por tonelada de caña (70 litros/ton), bajo costo de producción y facilidades de mecanización de siembra y cosecha, abundante disponibilidad de tierras con vocación agrícola para dicho rubro, excelentes condiciones climáticas y abundante agua para su cultivo, tradición del cultivo por más de 100 años en Venezuela. FUNDAUNELLEZ (2008). La materia prima deberá garantizarse con plantaciones propias que podrían variar del 10 al 30% del total de la caña arrimada durante la zafra.

*La caña de azúcar como fuente de biocombustible:* Según Anzil (2007) los biocombustibles “son todos aquellos que se obtienen de la biomasa o materia prima; siendo una alternativa económica y también ecológica”. En este sentido FUNDAUNELLEZ (2008) señala, a nivel mundial, los gobiernos incentivaron programas de reemplazar de manera sistemática el uso de combustibles (gasolina) a base de petróleo por tecnologías limpias, lográndose así mejorar su economía y soluciones ecológicas al gran impacto ambiental generado por el parque automotor. Cabe señalar, las principales materias primas para biocombustibles usados a nivel mundial, se clasifican en tres grupos. Primero: maíz, trigo, soya, cebada. Segundo: caña de azúcar y remolacha. Tercero: madera, desechos, y desperdicios vegetales.

En tal sentido, la caña de azúcar, es la que presenta mayor ventaja en rendimiento, en cuanto a la disminución de gases combustibles nocivos para el ambiente. Según FUNDAUNELLEZ (2008:6) la producción de etanol a nivel mundial y en Venezuela, tiene carácter estratégico. En el tratado de Kyoto, la utilización de etanol ( $C_2H_5OH$ ) como componente de la gasolina, reduce el uso del tetraetilo de plomo, altamente cancerígeno, además los gases son muy nocivos, y causantes del efecto invernadero (monóxido de carbono, óxido de nitrógeno).

### **2.2.6 Procesamiento de la caña de azúcar y sus derivados.**

Antes de describir el presente tópico se define el concepto de procesamiento “Son las etapas o transformaciones físicas, químicas que permiten la conversión de una determinada materia en producto de consumo” (Anzil, 2007), el cual puede ser aplicado en complejos agroindustriales.

Asimismo según lo indicado en el estudio de impacto ambiental presentado por (FUNDAUNELLEZ, 2008) el procesamiento de los derivados de la caña de azúcar se realiza en tres plantas: Planta procesadora de caña de azúcar, planta de destilería y la planta de levadura forrajera, las cuales se definen a continuación.

**2.2.6.1. Planta procesadora:** El Proyecto del Complejo Agroindustrial Dr. Antonio Nicolás Briceño, está diseñado para instalar una planta industrial, con la finalidad de moler y procesar 10.000 toneladas de caña de azúcar por día. Dicho proceso cumple las siguientes operaciones unitarias: recepción de la caña de azúcar, molienda de la caña de azúcar, almacenaje y manipulación de bagazo, clarificación del jugo, evaporación y concentración del jugo, y almacenaje de jugo. A continuación se desarrollan cada una de ellas.

*Recepción de la caña de azúcar:* El sistema de recepción de la caña está concebido sin acumulación para la molienda nocturna, la cosecha se efectuará de forma continua durante las veinticuatro horas, será entregada al área industrial mediante gandolas y remolques de 20 – 30 toneladas de capacidad. Los vehículos después de ser pesados son llevados al laboratorio de materia prima para los análisis respectivos. Los camiones y remolques son situados en la culata de cada mesa alimentadora para trasbordar la materia prima hacia ellas por medio de grúas tipo hilo, las cuales pueden virar unos 20 cajones cada hora como promedio.

*Molienda de caña de azúcar:* La alimentación de la caña se hará mediante mesa alimentadora y sistema de transportadores, de manera que se garantice un sistema estable de molienda. Dicha sección estará conformada por seis (6) molinos con cuatro mazas y tolvas, para regular la alimentación, a partir de la cual se obtendrá el jugo mezclado, que después de tamizado será enviado al área de purificación.

Para el transporte del bagazo entre molinos se utilizarán 5 transportadores con tablillas de arrastre que descargarán el bagazo en las tolvas de cada molino. El accionamiento de cada transportador es independiente. El sistema propuesto para la extracción del jugo en cada molino es el compuesto, recirculando el jugo de maceración extraído desde el sexto molino hasta el segundo molino, enviándose este último jugo a través de una bomba al colador rotatorio.

El jugo primario extraído en el molino desmenuzador es entregado por medio de una bomba a otro colador rotatorio, después de colocado, se bombea hasta purificación, se utiliza una sola bomba para ambos jugos. En la planta moledora se preservará la asepsia con limpieza de agua caliente a presión y vapor cada cuatro horas. También se cuenta con un tanque de preparación y dosificación de bactericida.

*Almacenaje y manipulación de bagazo:* Para la manipulación del bagazo que se produce en la planta moledora, se ha previsto un sistema capaz de dar respuesta a las interrupciones en el proceso, es utilizado como combustible durante la molienda y las liquidaciones finales de zafra, el almacenamiento bajo techo del bagazo necesario para realizar tales operaciones y un sistema de retroalimentación del mismo, garantizarán la eficiencia del uso de tecnología menos agresiva al ambiente.

El sistema comienza a la salida del tandem transportador alimentador de las calderas, y el sobrante es enviado a través de transportadores hasta el almacén de bagazo, donde se distribuirá por medio de grúas con sus equipos de desvío y transportadores transversales, los cuales garantizan que el llenado del almacén de bagazo sea muy eficiente.

*Clarificación del jugo:* La purificación del jugo se realiza únicamente con calor y floculante. El calentamiento del jugo se hará en varias etapas hasta alcanzar 105° C. Se utilizará poli electrolito a base de poliacrilamida aniónica de alto peso molecular ( $10^7$ ) para facilitar su clarificación, este es incorporado entre en el tanque Flash y la entrada del clarificador.

Para la clarificación del jugo se utilizará un clarificador de bajo tiempo de retención, con residencia estimada de 1 ½ - 2 horas. Para que no se sobrepase los límites de bagacillo, en el jugo clarificado se instalará un colador provisto de malla de

150 a 200 mesh. El diseño del equipo garantizará además una mínima pérdida de temperatura y la asepsia del jugo.

Para la filtración de lodos se instalarán filtros rotatorios al vacío. El jugo filtrado se incorporará al tanque de jugo mezclado. La cachaza se almacenará en tolva y se extraerá por vía automotor a 75% de humedad, pudiendo ser empleada en la producción de fertilizante orgánico, procesándose para ello en una planta de compost. El jugo clarificado será bombeado a través de los calentadores rectificadores que trabajan con vapor de escape, donde el jugo alcanzará una temperatura de 112 a 115°C, antes de llegar a la estación de evaporación.

*Evaporación y concentración del jugo:* En el área de evaporación el esquema a emplear garantizará la obtención de una concentración del jugo clarificado entre 18 y 20° Brix. El jugo será concentrado con vapor de escape y enviado al tanque de jugo en la destilería para su enfriamiento y fermentación. Una vez almacenado éste en la destilería, tendrá instalado un dispositivo indicador del nivel de llenado.

*Demanda y suministro de agua:* En cuanto a la demanda de agua para el proceso de producción en la planta procesadora de la caña de azúcar, se tiene “demanda de agua para uso industrial, sanitario y doméstico”, esta viene dada por el consumo de cada una de las actividades (Molino y calderas, Proceso de fabricación, Servicios generales, domésticos y sanitarios). En relación a las fuentes de suministro de agua, cabe señalar que la actividad azucarera demanda grandes cantidades de agua y su abastecimiento proviene de dos fuentes:

a. Agua vegetal contenida en la caña: Es el agua contenida en la caña y representa aproximadamente un 70% en peso de la caña molida, una gran parte se recupera para emplearse de manera ventajosa en la alimentación de las calderas, agua de inhibición para los molinos, lavado de filtros, preparación de lechada de cal, lavado del azúcar en las centrifugas y dilución de mieles entre otras. De la caña molida (10.000 ton/día), se generan 7.618 ton/día de agua vegetal. Si el diseño y la operación del sistema son las adecuadas, se recuperarán eficientemente estos grandes volúmenes de agua, traduciéndose en un significativo ahorro en el suministro de agua y una reducción de igual proporción en la generación de efluentes líquidos.

b. Agua de una fuente externa: Es el agua proveniente de pozos profundos o cuerpos de agua superficial como ríos, lagos o represas.

*Demanda de vapor:* El proceso de producción de molienda demanda grandes cantidades de energía que obliga a los centrales a disponer de sus propias plantas termo – eléctricas, para producir la energía necesaria a fin de accionar la maquinaria pesada y satisfacer la demanda de electricidad del complejo.

El vapor producido en las calderas es empleado para accionar los turbo generadores eléctricos, turbinas de los molinos, cuchillas picadoras, ventiladores y otros equipos, mientras que el vapor de escape de estas máquinas, es empleado como fluido calefactor para el calentamiento, evaporación y cocimiento de jugos.

El combustible principal a utilizar en las calderas será bagazo de caña como primera opción. Como segunda alternativa se empleará el gas natural o diesel según de la ubicación del central. Las calderas bagaceras son consideradas como “maquinas diseñadas para generar vapor saturado, a través de una transferencia de calor a presión constante, en la cual el fluido, originalmente en estado liquido, se calienta y cambia de estado”. (FUNDAUNELLEZ, 2008). Asimismo deberán poseer facilidades para quemar una mezcla de bagazo – vinaza concentrada (60%) en una proporción de 10:1 aproximadamente en caso de que la metodología de manejo de vinazas contemple su incineración.

**2.2.6.2. Planta de destilería:** Según la Ingeniería Conceptual del proyecto Trujillo I, la Destilería tiene una capacidad para procesar 700.000 l/d. En el informe presentado por el Convenio Cuba Venezuela, se detalla que la planta de destilería para la producción de etanol consistirá en una instalación industrial con facilidad de procesar el jugo concentrado a 18 °Brix y 95°C aproximado procedente de la planta procesadora de la caña de azúcar, lo que se corresponde con una concentración de azúcares totales en el jugo óptimo para llevar a cabo el proceso fermentativo.

La planta de destilería para la producción de etanol anhidro tendrá una capacidad de 700.000 l/d, a partir del jugo mezclado procedente de la planta molidora. Esta destilería, será con suministro de tecnología, equipamiento e ingeniería de punta.

Debido a que el producto etanol anhidro a ser producido en el proyecto pudiese ser utilizado con otros fines, por tanto será necesario añadir un mínimo del 1,96 % - 3% de gasolina natural para desnaturalizarlo y así evitar su desvío para consumo humano.

La tecnología propuesta para la producción de alcohol es fermentación Batch con recirculación parcial de levadura (Sistema Melle Boinot), destilación atmosférica y un sistema de deshidratación con tamices moleculares. Estas tecnologías son de fácil asimilación para personal con poca experiencia y capaces de alcanzar altos índices de eficiencia.

*Materias primas y materiales auxiliares:* La materia prima fundamental para este proceso es el jugo de caña previamente clarificado y concentrado a 18°Bx, el cual contiene suficiente fuente de carbono asimilable para el desarrollo de los microorganismos y la síntesis del etanol, las cuales son vitales para garantizar un buen desarrollo celular, asepsia y una alta eficiencia en el proceso de fermentación como en el de separación.

*Proceso tecnológico en la planta de destilería:* Este proceso se efectúa mediante unidades o etapas básicas, tales como: Almacenamiento, preparación de jugo y sales nutrientes-Fermentación (Propagación y pre fermentación, Fermentación alcohólica, Tratamiento y activación de la levadura), Recuperación de levadura, Destilación, rectificación Deshidratación de alcohol. Suministro y preparación de aire, Almacenamiento y trasiego de alcoholes, Preparación de sales nutrientes, Limpieza y desinfección. Servicios auxiliares. A continuación se desarrollan cada una.

*Almacenamiento, preparación de jugos y sales nutrientes:* El jugo clarificado de caña proveniente de la planta moladora a 18 °Brix es recepcionado en la destilería en el TK2301 de capacidad 100 m<sup>3</sup>, volumen correspondiente a 20-30 minutos de tiempo de retención, a una temperatura mayor de 105°C. El enfriamiento se realiza en los intercambiadores de placas y se envía directamente a fermentación con las bombas centrifugas.

Las sales nutrientes serán preparadas en un área común en el complejo de donde se distribuirán a la destilería y planta de torula. La planta cuenta con las facilidades para recepción y dosificación de los nutrientes. Las sales de fosfato y sulfato de amonio y

el nutriente de levadura serán diluidos y enviados a sus respectivos tanques de alimentación, para posteriormente ser adicionados de forma dosificada al fermentador, para conformar el medio de cultivo donde se desarrollarán las levaduras, así como la fermentación alcohólica.

*Fermentación:* Esta es la etapa fundamental dentro del proceso de producción de alcohol por donde ocurre la bioconversión de los azúcares fermentables en etanol y gas carbónico debido a la acción de las levaduras. Estos microorganismos son los de mayor uso por el hombre. La especie de levadura más utilizada en la industria alcoholera es la *Saccharomyce Cereviciae* por ser alta productora de alcohol, resistente a concentraciones moderadas del producto, y como fuente de carbono solamente utiliza las hexosas. Esta área de proceso comprende tres etapas fundamentales:

*Primera etapa (Propagación y prefermentación):* La etapa de la fermentación aerobia o prefermentación es donde se logra una alta propagación de la levadura para garantizar la mayor bioconversión de los azúcares en etano, en menor tiempo. Estos equipos están dotados de unos difusores de aire para crear un medio altamente aeróbico. También es aquí donde se le adicionan los nutrientes, previamente preparados, para favorecer la propagación celular y el ácido sulfúrico para controlar el pH en el rango de 4,2 a 4,5.

*Segunda etapa (Fermentación alcohólica):* El proceso seleccionado es discontinuo con recirculación de levadura (Melle Boinot). Este es un proceso que tiene excelentes rendimientos, alcanza eficiencias de conversión de azúcares en etanol superiores a 91% estequiométrico definido por Gay-Lussac, o sea muy próximo al ideal del 100% estipulado por Pasteur y productividades por encima de 5 l/m<sup>3</sup>-h, lográndose por cientos alcohólicos en el vino superiores a 8 % v/v.

Esta área está compuesta por 6 fermentadores. Se dispondrá de un sistema de enfriamiento para mantener la temperatura óptima por recirculación a través de 6 intercambiadores de placas, se utiliza agua proveniente de un circuito cerrado con torres de enfriamiento atmosférico que garantizaran una temperatura óptima en el

fermentador de 32°C. Los fermentadores serán cerrados para facilitar la recolección y lavado de gases, y la recuperación del alcohol evaporado en fermentación.

*Tercera etapa (Tratamiento y activación de la levadura):* Una vez que se alcanza el volumen útil de los fermentadores y concluye la fermentación, se inicia el proceso secuencial y continuo de centrifugación del mosto, donde se separa en dos fracciones: Vino deslevadurizado para destilación (90%) y crema de levadura (10%). La crema de levadura se envía al tanque de tratamiento donde sufre un proceso de purificación microbiana, el cual consiste en diluir la crema con agua (1:1,5) y la adición de ácido sulfúrico hasta que el pH del medio esté alrededor de 2,8.

Es importante que la levadura esté en el tanque de tratamiento bajo estas condiciones por no menos de dos horas, para que la acción del medio acidificado alcance los objetivos de eliminar las posibles infecciones. Al final del tratamiento la levadura será activada en el prefermentador con la adición de sustrato y nutrientes. Estos últimos serán fundamentalmente sulfato y fosfato de amonio como fuentes de nitrógeno y fósforo, nutrientes especiales como fuentes de vitaminas, aminoácidos, micronutrientes.

*Recuperación de levadura:* Las levaduras presentes en el medio de fermentación serán recuperadas a través de 3 separadoras centrífugas con discos cuya capacidad es de 200 m<sup>3</sup>/h. Esta operación es altamente eficiente, si las máquinas son operadas adecuadamente con boquillas compatibles con la concentración inicial que se tiene, y la final como producto.

Estas separadoras realizan dos funciones, por una parte separan y concentran las levaduras para su posterior uso en el inicio de un nuevo ciclo de fermentación y por otra, el efecto desinfectante que ejerce la centrifugación en el medio, al separar las bacterias por ser de menor tamaño y menos pesadas que las levaduras. Así la acción de la fuerza centrífuga actúa de diferente forma, esto permite que las células de las bacterias se concentren en la fracción líquida (vino) deslevadurizado, destinado a la destilación y no en la fracción de crema de levadura que regresa al proceso.

*Destilación y rectificación:* El vino claro obtenido después de la centrifugación de mosto fermentado es recepcionado en el tanque de balance donde se colecta también

el agua de lavado de la columna de CO<sub>2</sub>. Este vino tiene una fracción de alcohol entre 8-10 % el resto es agua y otros congéneres productos de la fermentación sin beneficios para su uso como aditivo en los combustibles, lo que hace necesario la separación de estos para buscar mayor concentración de etanol. El método de separación más difundido es la destilación.

El sistema de destilación propuesto es de fácil operación, formado por dos columnas, una destiladora y desgasificadora, y otra rectificadora. La columna destiladora es una estructura cerrada en la cual se realiza la separación física de un fluido en dos o más fracciones. Esta separación se logra al someter el fluido a condiciones de presión y temperatura apropiadas a lo largo de la columna, de modo que las fracciones que se buscan separar, se encuentren en dos estados diferentes, lo cual facilita un buen intercambio entre ambas fases.

La columna rectificadora es alimentada con la corriente de vapores de alcohol proveniente del tope de la columna destiladora y su función es rectificar el alcohol y alcanzar el grado alcohólico requerido en el producto (95°GL). Los gases del tope de la columna son condensados, el intercambiador de calor con el vino proveniente de la fermentación, y con agua de inyección del circuito cerrado de enfriamiento de los condensadores primario y secundario, esto garantiza el reflujo necesario para alcanzar las concentraciones alcohólicas esperadas. De este fraccionamiento se elimina una corriente rica en impurezas de alta volatilidad conocida como alcoholes de segunda o de cabezas.

*Deshidratación de alcohol:* El alcohol hidratado no cumple con las especificaciones de calidad para su uso como aditivo en la formulación de los combustibles, por lo que es necesario alcanzar una calidad de alcohol absoluto o deshidratado con más de 99,5°GL. Con el sistema de destilación utilizado es imposible alcanzar estas concentraciones por las características de la mezcla binaria alcohol-agua debido a la formación de una mezcla azeotrópica y es necesario recurrir a otros tipos de separación.

En esta planta se utiliza un sistema de 2 columnas de adsorción de 700.000 l/d, con tamiz molecular de zeolita por ser este el sistema de separación más idóneo, tanto

económica como técnicamente, de acuerdo a la capacidad de la destilería. Al alcohol rectificado se le eleva su temperatura hasta 120°C con vapor de baja (2,5 kg/cm<sup>2</sup> abs) en el intercambiador de placa y luego es sobrecalentado hasta 185°C con vapor de alta presión (12 kg/cm<sup>2</sup> abs) en el intercambiador vertical de tubo y coraza.

Los vapores de etanol hidratado se ponen en contacto con la membrana del tamiz molecular, donde se obtiene etanol al 99,3 % que es condensado en un tren de 4 intercambiadores de calor, el primer intercambiador utiliza como medio de enfriamiento el alcohol regenerado. El sistema de enfriamiento lo completan dos intercambiadores, uno de tubo y coraza, y otro de placa. El alcohol obtenido es almacenado en el tanque de balance para luego ser bombeado a los tanques de almacenaje.

La operación del sistema se realiza con el esquema de dos columnas en servicio y una columna en regeneración. Todo el sistema opera automáticamente con un control lógico programable en función de temperatura y presión como parámetros de operación fundamentales. Con combinaciones de válvulas, se logra alternar la operación y la regeneración entre las columnas.

Para la regeneración de la columna se utiliza un sistema de vacío con las bombas y alcohol deshidratado de la columna que está en adsorción. Para el sello líquido de las bombas de vacío se utiliza parte de las flemas condensadas del intercambiador que son almacenadas en el tanque de balance, estas son enfriadas en el intercambiador de placa. El alcohol utilizado para la regeneración representa menos del 1% de total y es recuperado al recircular este producto a la columna destiladora.

*Suministro y preparación de aire:* Este suministro proviene de: 1.- Estación de aire para fermentación: el objeto de esta área es suministrar a los prefermentadores y al tanque de tratamiento ácido de la levadura, el aire necesario para el proceso aeróbico de desarrollo del microorganismo (levadura). 2.- Estación de aire general: está integrado a la planta procesadora de caña y la planta de torula en un tanque receptor y el sistema de distribución. Para el bombeo del ácido sulfúrico se cuenta con un compresor independiente en el área de almacenaje de este producto.

*Almacenamiento y trasiego de alcoholes:* La planta contará con un área para almacenamiento de materias y producto terminado. El etanol deshidratado es bombeado desde el tanque de balance hasta los tanques de almacenamiento de capacidad 25 000 m<sup>3</sup>, previo desnaturizado con un 3% de gasolina en el mezclador estático. La gasolina es almacenada en el tanque de techo flotante y se inyecta con las bombas, cuya mezcla con el alcohol deshidratado se regula por medio de un controlador de flujo ubicado en el sistema de mezclado.

*Preparación de sales nutrientes:* La preparación de las sales nutrientes en el complejo industrial son comunes para la destilería y la planta de torula. Las sales de fosfato y sulfato de amonio, así como el nutriente de levadura serán diluidas y enviadas a sus respectivos tanques en la planta. Posteriormente son dosificadas al fermentador, para conformar el medio de cultivo donde se desarrollarán las levaduras, así como la fermentación alcohólica. La planta contará con las facilidades e instalaciones para el almacenamiento, manipulación, preparación y adición de las materias auxiliares que se requieran para el proceso de fermentación, desinfección y limpieza química.

*Limpieza y desinfección:* Debe contar con un sistema de limpieza y desinfección Cleaning in Place (CIP) en todo el equipamiento involucrado en la preparación del sustrato, cultivo, separación y tratamiento de la levadura. Es de suma importancia mantener la asepsia de la planta para evitar focos de contaminación, todos los equipos que intervienen en la cultivo se tratan periódicamente con solución desinfectante, agua limpia para drenar todas las suciedades, y vapor con el objetivo de prevenir posibles contaminaciones.

*Servicios auxiliares:* Esta conformado por: el agua de procesos, sistema de enfriamiento y vapor. En cuanto al agua de proceso, el suministro está integrado al sistema de abastecimiento del complejo, como a los sistemas de tratamientos. El agua se bombea de la fuente, hacia un tanque cisterna, desde donde se distribuye a los distintos puntos de la planta. De acuerdo con esta tecnología, el consumo de agua industrial es de 124 m<sup>3</sup>/h y será utilizada fundamentalmente en la dilución de crema de levadura en el tratamiento ácido, limpieza de equipos y otros usos.

El sistema de enfriamiento, se considera un enfriamiento combinado, para el jugo proveniente de la planta procesadora, los fermentadores y el sistema de destilación y deshidratación según el rango de temperatura de agua de rechazo. El sistema está formado por tándenes de torres de enfriamiento modulares de flujo a contracorriente y de tiro inducido, construidas de material plástico reforzados contra radiaciones, con relleno de contacto del tipo de goteo (salpicadura) y montadas sobre piscina de hormigón.

En cuanto al vapor, el mismo será suministrado por un sistema centralizado de servicios auxiliares, la demanda de la instalación es de 1,46 t/h de vapor de 12 kg/cm<sup>2</sup> (abs) y de 102,13 t/h de vapor de 2,5 Kg/cm<sup>2</sup> (abs), lo que arroja un balance horario de aproximadamente 103,59 t/h de vapor total.

### **2.2.6.3. Descripción del proceso en una planta productora de levadura forrajera de torula.**

La planta productora de levadura forrajera esta diseñada para procesar vinazas de jugo de caña. Dicha materia prima es un subproducto intermedio del proceso de destilación de vinos de la operación de destilación de cada uno de los centrales de producción de etanol. Estas unidades actúan por un lado como plantas de tratamiento primario de vinazas, y por el otro, como proyectos satélites auspiciadores de un sostenido desarrollo agroindustrial en las áreas cercanas o desplazadas por el cultivo de la caña en virtud de que la levadura producida se utiliza como materia prima principal en la formulación de alimentos balanceados destinados a la producción de huevos, carne y leche, mediante la cría de distintas especies de animales.

La vinaza tratada resultante de estas nuevas plantas se utilizará para ferti-irrigación contempladas para las plantaciones de caña de azúcar, las cuales demandan grandes volúmenes de agua de riego durante el período de sequía. El primer concepto manejado es la ferti -irrigación. Sin embargo se están estudiando otras alternativas de mayor beneficio ambiental. La vinaza ha sido empleada para el cultivo aeróbico de microorganismos, especialmente levaduras y mohos, en virtud de su elevada carga

orgánica (Quintero 2007). La levadura de torula (*cándida utilis*) ha sido ampliamente producida a partir de vinazas.

Según Saura (2006), la utilización de las vinazas para la producción de levaduras, fue desarrollada en el CIDCA (Centro interamericano de desarrollo de la caña de azúcar), en la década de los años 70 del siglo pasado, ha sido implementada industrialmente en tres plantas productoras de 5.000 t/año actualmente en operación en la República de Cuba, su destino principal en ese país es constituir el núcleo proteico de una ración para la alimentación animal, básicamente cerdos, ganado vacuno y avícola. Al respecto, Quintero (2007), considera esta opción para Venezuela, en virtud de su déficit de producción de proteínas que supera las 400 mil toneladas métricas anuales, lo cual está compensado con la importación de 800 mil toneladas de soya.

El sitio de ubicación de las instalaciones industriales de la planta de levadura forrajera estará asociado a la ubicación de las plantas productoras de etanol, con la finalidad de reducir el transporte de vinazas y hacer sinergia con los servicios industriales existentes en los mismos como agua de proceso, vapor, electricidad. El proceso de producción de levadura torula está basado en la propiedad que poseen las levaduras de este género, de reproducirse en medio aeróbico muy rápidamente en condiciones asépticas y temperatura adecuada.

Esta planta está concebida para procesar toda la vinaza (306,02 t/h) residual del proceso de producción de alcohol, pero esta materia prima no garantiza en su totalidad la fuente de carbono para alcanzar altos índices de eficiencia por lo que se debe suplementar una cantidad de jugos concentrados, además de un aporte necesario de nitrógeno y fósforo asimilables.

Proceso tecnológico en la Planta productora de levadura forrajera de torula: En esta planta se realizan los siguientes procesos, los cuales se describen a continuación (FUNDAUNELLEZ, 2008:43)

*Recepción y preparación de vinazas:* La materia prima utilizada en esta área son las vinazas de destilería con una carga orgánica aproximada de 35 kg de DQO/m<sup>3</sup>. El objeto es su almacenamiento y distribución hacia el área de preparación de mostos.

Las vinazas a una temperatura entre 90 – 105° C, serán recibidas y almacenadas en dos tanques de 800 m<sup>3</sup> cada uno, que brindan una cobertura de operación de la planta de levadura de 4 horas de producción continua. Las mismas posteriormente son bombeadas al área de preparación de mostos para ello se emplea bombas multietapas para bombear líquidos calientes y contarán con la protección eléctrica adecuada.

*Recepción y preparación de jugo:* Con el objetivo de garantizar un balance adecuado de fuente de carbono y energía en el proceso fermentativo de la producción de levadura, la tecnología contempla el uso de jugo de caña a 18 °Brix, lo que permitirá aumentar a 50 kg DQO/m<sup>3</sup> el valor nutricional del mosto alimentado a los fermentadores. Para ello se prevé, la recepción del jugo a una temperatura de 85 – 95° C en dos tanques de 60 m<sup>3</sup> y su dosificación al área de preparación de mostos mediante bombas del tipo multietapas para bombear líquidos calientes.

*Preparación de los mostos:* Las vinazas y el jugo provenientes de los tanques de almacenaje son bombeados hacia los mezcladores estáticos donde son mezcladas ambas corrientes y enviadas al tanque de balance para posteriormente pasar por una sección de enfriamiento constituida por 3 intercambiadores de placas de 250 m<sup>2</sup> de área de transferencia, los que operan de forma alternativa (dos en explotación y el otro en limpieza) con agua de enfriamiento. Los mostos con temperatura de aproximadamente 34° C serán enviados al área de fermentación.

*Preparación de las sales nutrientes:* El objeto de esta área es la preparación de las sales nutrientes que serán empleadas en la fermentación. Para el proceso de crecimiento de la levadura es necesaria la suplementación del medio de fermentación con nitrógeno y fósforo, pues el contenido de ellos en el mosto no es suficiente para el desarrollo del microorganismo. El nitrógeno se utiliza fundamentalmente como elemento básico en la formación de los aminoácidos constituyentes de las proteínas y el fósforo como elemento esencial en los compuestos de alta energía, necesarios para el metabolismo.

El suministro de estos elementos se realizará mediante dos fuentes: sulfato de amonio y fosfato diamónico. Además de adicionar pequeñas cantidades de un estimulador del crecimiento. Para la preparación de estas tres sales se empleará el

tanque disolutor provisto de agitación. La porción pesada de sal es introducida al tanque mediante un transportador sinfín y luego las soluciones de cada sal, una vez terminado el período de sedimentación, serán bombeadas a sus respectivos tanques de alimentación, de donde pasarán a los fermentadores, a través de medidores de flujo.

*Fermentación y desemulsión:* Según, FUNDAUNELLEZ (2008), esta operación es la principal del proceso de la producción de levadura forrajera, por lo que la calidad del producto, así como la eficiencia en la asimilación del sustrato dependerán, fundamentalmente, del curso exitoso de la misma. Este proceso será aeróbico y exergónico, por lo que se hace necesario el suministrar grandes volúmenes de aire, así como disponer de un sistema de enfriamiento, el cual será garantizado con el diseño del fermentador para mantener temperaturas adecuadas para el proceso.

El proceso de fermentación será continuo y la operación normal en paralelo; empleándose dos líneas de 3 fermentadores. Los cuales tendrán una capacidad de 1.100 m<sup>3</sup> cada uno. El mosto extraído de los fermentadores contiene una gran cantidad de aire, por lo que es necesaria la desgasificación antes de proceder a la operación de separación. Este proceso se realizará en los tanques de desemulsión a los que llega el mosto emulsionado por gravedad desde los fermentadores.

Estos tanques tendrán un volumen total de 300 m<sup>3</sup> y en los mismos se recirculará el mosto fermentado a alta presión para eliminar el aire contenido en el mismo. De estos se extraerá, mosto desemulsionado, el cuál es bombeado mediante las bombas al tanque de balance para posteriormente ser enviado al área donde se efectuará la separación de la crema.

*Separación y lavado:* En esta área, la levadura será separada del mosto fermentado y desemulsionado. En dos etapas de lavado (primera y segunda separaciones), las impurezas serán separadas de las células de levadura. Los equipos utilizados son los siguientes: Ocho (8) filtros autolimpiantes con cepillo giratorio sobre tamiz fijo y ocho (8) separadoras centrifugas con descarga de la crema a presión y flujo libre (sin presión) del claro o efluente.

El primer lavado de la crema se realiza en dos tanques agitados, mientras que en la segunda etapa, esta se recoge en dos tanques donde se somete a un segundo lavado y

posteriormente ser bombeada a las centrífugas de segunda separación. La crema de levadura obtenida de estos lavados, será enviada a los tanques y de estos a la siguiente área de la planta.

*Termólisis:* El objeto de esta sub área es el rompimiento de la pared celular para provocar los últimos cambios que darán lugar a la composición final del producto terminado. Esta operación se realizará en el primer vaso del sistema de evaporación y en el mismo se elevará la temperatura de la crema entre 87 – 90° C.

*Concentración por evaporación:* Está constituida por un sistema de evaporación múltiple efecto al vacío. El objeto de la misma es la concentración de la crema por evaporación, desde 13% hasta 20% de materia seca. La unidad de evaporación opera en 2 etapas, el calentamiento de la primera etapa se realiza con vapor de 12 kg/cm<sup>2</sup> (abs), mediante un termocompresor que utilizará parte de la evaporación o vapor residual de la primera etapa (producido en el separador del primer cuerpo). El resto de la evaporación se utiliza para realizar el calentamiento de la crema en la 2da etapa.

*Secado:* En esta área la crema de levadura termolizada y evaporada, será secada desde 20% hasta 92% de materia seca, aproximadamente. La unidad se completa con el sistema de transporte neumático, constituido por ciclones separadores y un ciclón colector. La levadura seca, extraída de la cámara de secado por el sistema de transporte neumático, es introducida por el ciclón en las tolvas de almacenamiento.

*Envase-almacenamiento:* Por el fondo de la tolva de almacenamiento, el polvo de levadura es extraído mediante un tornillo sinfín que lo descargará en el elevador de cangilones. Este lo transporta hasta los embudos alimentadores de las ensacadoras-pesadoras, que garantizan el llenado en sacos de papel del tipo valvulado, no requiriendo ser cosidos y los cuales se colocarán en paletas de madera para su almacenamiento.

### **2.2.7. Salidas ambientales en Complejos Industriales para el procesamiento de la caña de azúcar y sus derivados.**

Antes de abordar el tema es pertinente hacer la siguiente salvedad, aunque no son materia estrictamente de esta investigación se describen a los fines de establecer sus

relaciones causales, sobre el ambiente como salidas ambientales las emisiones atmosféricas, los residuos y desechos sólidos. A continuación se describen algunos aspectos de mayor relevancia.

**2.2.7.1 Emisiones atmosféricas:** Según Soucre (1989) Define las emisiones atmosféricas, como “todos aquellos flujos descargados a la atmosfera, que alteran la calidad del aire, que por su naturaleza, concentración y permanencia puede ocasionar efectos nocivos al ambiente”.

En cuanto a los tipos de emisiones atmosféricas como fuentes fijas relacionadas con el procesamiento de los derivados de la caña de azúcar, se tienen: Chimeneas de procesos, quemadores y calderas de complejos agroindustriales. Dentro de las cuales están Gases (NO, CO, SO), particulado y cenizas. (op.cit.).

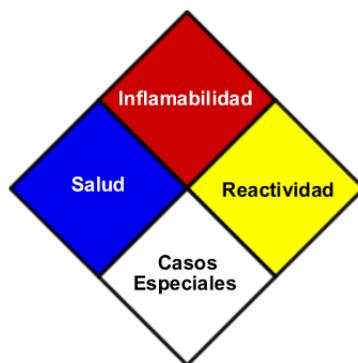
Mientras que en las destilerías, se encuentran emanaciones de gases (vapores, malos olores), los cuales repercuten sobre la población asentada en un radio de aproximadamente 5 a 8 kilómetros de distancia. Perdigón et al. (2005)

**2.2.7.2. Residuos y desechos sólidos peligrosos y no peligrosos:** Existen diferentes conceptualizaciones sobre desecho peligroso. Al respecto Cornejo, J. (2008) lo define como:

Todo residuo, desecho, barro, líquido o cualquier otro material desechable que, debido a su cantidad, concentración o características físicas, químicas o infecciosas, pueda causar o contribuir significativamente a un aumento en enfermedades serias e irreversibles, o con incapacidad temporal; o presenta un riesgo inmediato o potencial para la salud de las personas y el medio ambiente cuando se trata, almacena, transporta o dispone de una manera impropia e inconveniente.

Entre los desechos peligrosos identificados en el proyecto se encuentran: tambores impregnados con sustancias toxicas (combustibles, aceites, y/o lubricantes, sustancias químicas) partes mecánicas o metálicas con hidrocarburos; material absorbente; restos de aisladores; trapos y guantes contaminados; electrodos; baterías; filtros de aceite; desechos hospitalarios; incluye además, el manejo integral de sustancias o materiales peligrosos a ser empleados (lubricantes, combustible).

En relación a la **señalización de Desechos Peligrosos**, la Norma NFPA 704 que es el código que explica el “diamante de fuego” (Figura 1) establecido por la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (Siglas en inglés: National Fire Protection Association), el cual es utilizado para comunicar los riesgos de los materiales peligrosos.



**Figura 1:** Diamante de Fuego

**Fuente:** NFPA-704

El mismo permite conocer rápidamente los riesgos de cada producto, mediante la utilización de colores y números (que van desde 0 hasta 4 e indican el grado de riesgo):

*Azul:* Riesgo para la Salud; *Rojo:* Riesgo por Inflamabilidad; *Amarillo:* Riesgo por Reactividad; *Blanco:* Información especial complementaria.

Según la Ley 55 de Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos, en el Artículo 9, define manejo de desechos peligrosos como:

Conjunto de operaciones dirigidas a darle a las sustancias, materiales y desechos peligrosos el destino más adecuado, de acuerdo con sus características, con la finalidad de prevenir daños a la salud y al ambiente. Comprende la generación, minimización, identificación, caracterización, segregación, recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento, disposición final o cualquier otro uso que los involucre.

En otro orden de ideas, los desechos peligrosos deben ser manejados. Según Sírtori (2007), existen etapas bien definidas en el manejo de los desechos peligrosos, entre las cuales se mencionan:

*Generación:* Es la identificación y cuantificación de los desechos peligrosos en cuanto a tipo de peligrosidad y características físico-químicas. *Recolección:* Se

describe las acciones que deben realizar las industrias con la finalidad de recoger los desechos peligrosos generados durante el proceso productivo. *Almacenamiento*: Son los lugares donde se deben mantener los desechos debidamente empacados. *Transporte*: Es el traslado de los desechos peligrosos desde su lugar de generación, hasta el lugar donde se dispondrán finalmente. *Tratamiento*: Son técnicas, métodos o procesos dirigidos a modificar las características físicas, químicas o biológicas de los desechos peligrosos, con el objeto de reducir su nocividad. *Disposición final*: Es la operación ambientalmente aceptable que permite la ubicación adecuada del desecho.

### **2.2.8 Efluentes.**

En sentido amplio cualquier emisión, sea de líquidos o sólidos como olores, ruidos y radiaciones, puede considerarse como efluente. Asimismo se consideran a “todas las emisiones al ambiente que producen efectos no deseables en este”. Esta definición tiene dos dimensiones principales: contempla las emisiones de toda naturaleza y tiene en cuenta todos los efectos no deseables. Cabe señalar que los efluentes dependen de la naturaleza de su contenido y del tipo de descarga al medio ambiente. En tal sentido se tiene que los efluentes pueden ser: sólidos, líquidos y gaseosos.

**2.2.8.1 Efluentes líquidos:** Bajo esta premisa se puede definir un efluente líquido como “los flujos descargados al ambiente que provienen de procesos industriales y domésticos, los cuales presentan un componente líquido y uno sólido”. Igualmente se define como “vertido de aguas contaminadas o cargadas con sustancias tóxicas generadas de procesos de origen industrial o doméstico”. En el Art.2º del Decreto 883 referido a “Normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos”, se define “las aguas residuales o efluentes líquidos, son aquellas aguas provenientes de una comunidad, industria, granja u otro establecimiento, con contenido de materiales disueltos y suspendidos”.

Según su origen, las aguas residuales o efluentes líquidos, resultan de la combinación de líquidos y residuos sólidos transportados por el agua que proviene de

residencias, edificios comerciales e instituciones, junto con los residuos de las industrias y de actividades agrícolas, así como de aguas subterráneas, superficiales o de precipitación que también pueden agregarse eventualmente al agua residual (Gómez D. 2002). Estos efluentes pueden ser de origen doméstico y los generados en los procesos industriales. Poseen características específicas, según el tipo de industria.

*Efluentes líquidos de origen doméstico:* “Son aguas contaminadas, con sustancias no deseadas generadas en los procesos, lavado de pisos, salas sanitarias, cocinas y duchas”. Las aguas residuales domésticas son las producidas en residencias, comercios, instituciones y áreas recreativas, como consecuencia de las actividades de: preparación de alimentos, lavado de ropa, limpieza de pisos, aseo personal, recreación o deportes, entre otros.

También estos efluentes se consideran una especie de sub clasificación ya que se le suelen denominar: Aguas Grises las que provienen de cocinas, duchas y lavado de pisos. Aguas Negras las provenientes de los servicios sanitarios. El volumen de aguas domésticas producidas depende del suministro de agua potable. (Méndez, 2005).

*Efluentes líquidos de origen industrial:* “son aquellas aguas contaminadas con sustancias no deseadas de los procesos industriales y servicios auxiliares”. (Gómez D. 2002). Asimismo, se aplica a un conjunto muy variado de residuos que se obtienen como consecuencia de la actividad industrial. Con el aumento de la población y las necesidades creadas se multiplican los problemas que ocasionan los residuos generales, que lógicamente van en incremento con aquélla. Los residuos líquidos industriales a diferencia de los domésticos son de composición muy variada y sus características físicas, químicas y biológicas son específicas para cada industria. (Méndez, 2005). *También se define* efluentes líquidos como:

todas las descargas residuales derivadas de los procesos industriales, así como también los vertidos originados por distintos usos del agua industrial, como son los provenientes de las purgas de circuitos cerrados de refrigeración, producción de vapor, recirculación de aguas de proceso, aguas de condensados, limpieza de equipos y utensilios; descargados a cualquier destino fuera de la industria (Sírtori, 2007)

En este sentido ambas definiciones son similares, toda vez que se cataloga con efluente líquido a un determinado residuo proveniente del proceso de la industria, con características físicas, químicas y biológicas, las cuales son específicas, de la etapa o fase donde se genera, y puede ser causante o no de efectos negativos al ambiente. En una industria las principales fuentes de estos son:

*Efluentes de procesos:* los efluentes son un producto no deseado de los procesos industriales. La elección y el diseño del proceso tienen una gran relevancia sobre la problemática de los efluentes. El primer paso en el tratamiento de los efluentes comienza dentro de la misma sala de procesos, las acciones más importantes la reducción de estos y facilitar las condiciones para realizar el tratamiento posterior

*Servicios auxiliares:* Se identifica como Servicios Auxiliares (SAx) a todas aquellas prestaciones que se requieren para llevar adelante el proceso industrial y que no forman parte de él. Los SAx que se usan habitualmente en una planta industrial son: vapor, energía eléctrica, combustibles, agua, frío, aire comprimido, vacío, tratamiento de efluentes y acondicionamiento de aire, gases, entre otros.

*Lavado y limpieza:* Las tareas de lavado y limpieza son en muchos casos, uno de los mayores generadores de efluentes. Cabe señalar que la limpieza en las agroindustrias se realiza en las siguientes áreas: equipos de procesos, salas de proceso e instalaciones, y las distintas áreas de servicios, entre otras.

*Baños y áreas de servicios:* Los baños, sanitarios, laboratorios y otras áreas de servicios son generadoras de efluentes. Salvo los laboratorios en general los otros sectores generan efluentes similares a los domiciliarios, por lo que no representan problemas graves. La acción más importante es reducir los volúmenes. Los baños y sanitarios son por lo general los lugares donde se producen los mayores volúmenes y estos se pueden controlar.

Cabe señalar que se tomaron caracterizaciones de efluentes líquidos generados en destilería y central azucarero, como empresas análogas al caso en estudio a los fines de visualizar la calidad de los mismos.

### **2.2.9 Manejo de efluentes líquidos en Complejos Agroindustriales para el procesamiento de la caña de azúcar y sus derivados.**

Se entiende como manejo a las “Prácticas destinadas a garantizar el aprovechamiento sustentable y la conservación de los recursos naturales, así como aquéllas orientadas a prevenir y minimizar efectos adversos por actividades capaces de degradarlos” (Art. 3 de Ley Orgánica del Ambiente, 2007). Asimismo los efluentes líquidos “son aquellas aguas contaminadas con sustancias no deseadas de los procesos industriales y servicios auxiliares” (Decreto 883, 1995).

En tal sentido, a los fines de conceptualizar “Manejo de fluentes líquidos”, el investigador asume el siguiente concepto: “Es el conjunto de prácticas destinadas a minimizar la concentración de sustancias no deseadas en los residuales líquidos generados en los procesos industriales y de servicios auxiliares, que causan efectos adversos en el ambiente”

En este orden de ideas, las aguas residuales, tanto domésticas como industriales, crean problemas ambientales, toda vez que su manejo y disposición provocan efectos negativos sobre los ecosistemas y cuyas causas son entre otras, el crecimiento poblacional y la emigración, pues todos sus procesos de saneamiento son deficientes. Por lo tanto, se hace necesario desarrollar mecanismos que ayuden a controlar y prevenir la contaminación de los ambientes acuáticos, entre otros.

El tratamiento de las aguas residuales se fundamenta en los procesos naturales (físicos, químicos y biológicos) de la autopurificación de las masas de agua, cuya aplicación y secuencia dependerá de las características del agua a tratar, así como el grado de depuración requerido, el cual es controlado por el hombre a través de las denominadas plantas de tratamiento.

En la determinación del tipo de tratamiento y grado de depuración requerido para un agua residual, es necesario considerar: las características del agua residual y del cuerpo receptor principalmente en cuanto a la capacidad de autopurificación, contaminación previa, y temperatura. Un sistema de tratamiento de aguas residuales se diseña, principalmente, criterios de salud pública, ambientales y estéticos. Su objetivo es lograr a través de operaciones y procesos físicos, químicos y biológicos,

disminuir en las aguas residuales la presencia material sólido (orgánico e inorgánico), organismos patógenos y sustancias tóxicas responsables de problemas ambientales.

Los efluentes líquidos industriales generados durante la etapa de operación de procesamiento de la caña de azúcar, presentan diferentes formas de control, según sea el tipo de complejo agroindustrial. El tratamiento de los efluentes es transformar estas en emisiones, cuyos valores se encuentren fuera de los valores permisibles por las normativas, en emisiones que tengan valores aceptados para las mismas, este no asegura que se eliminen todos los efectos no deseables, sino que los limita hasta un valor que resulta aceptado por la normativa correspondiente. (Sírtori, 2007)

En este sentido, los proyectos presentados por PDVSA Agrícola en cuanto al manejo de residuales, establecen sistemas de control para el manejo y disposición de efluentes líquidos de los diferentes procesos, (FUNDAUNELLEZ 2008). A continuación se presentan una descripción de las principales fuentes, y efluentes líquidos a ser generados en los diferentes procesos de producción que forman parte del complejo Agroindustrial “Dr. Antonio Nicolás Briceño”, tal como se evidencia en la tabla 1

Tabla 1

Efluentes líquidos que se generan en la planta de procesamiento de los derivados de la caña de azúcar.

Área y/o Fuente	
Recepción y preparación de la caña y molinos	Aguas con alto contenido de fuel oil, grasas lubricantes, pequeñas cantidades de sacarosa, y tierra.
Limpieza de Equipos	Aguas con contenidos de jugos azucarados, gomas, tierra y cachaza.
Filtración (Filtros y tamices)	Aguas con contenido de cachaza y residual del lavado de la tela de los filtros.
Evaporación	Aguas con contenidos de jugos azucarados
Calderas	Aguas con alto contenido de sólidos inorgánicos y cenizas de los hornos.
Planta de tratamiento de agua para proceso	Aguas con altos contenido de sales sodio.
Laboratorios	Aguas con residuos azucarados y reactivos.
Taller industrial	Aguas aceitosas con alto contenido de Grasas.
Cocina comedor	Aguas grises con presencia de grasas Vegetales.
Sanitarios	Aguas negras con presencia de coliformes.

Fuente: FUNDAUNELLEZ, 2008, modificado por Márquez y Placenti, 2012).

De acuerdo a lo señalado en la tabla 1, las áreas y/o fuentes (Recepción y preparación de la caña y molinos, Limpieza de Equipos, Filtración (Filtros y tamices), Evaporación, Calderas, Planta de tratamiento de agua para proceso, Laboratorios y Taller industrial), que dan origen a efluentes líquidos industriales. Según la ingeniería conceptual de la Planta Procesadora de Caña de Azúcar (FUNDAUNELLEZ, 2008) serán enviados a una planta de tratamiento de vertidos líquidos.

En relación al efluente “Aguas con alto contenido de sólidos inorgánicos y cenizas de los hornos”, provenientes de las calderas, serán tratados para su posterior recirculación en el sistema. El material sólido resultante es enviado al área de compost, y el agua tratada, una vez cumplida con la asepsia correspondiente es reutilizada en el proceso.

Las aguas negras y grises procedentes de los servicios sanitarios, fregaderos, cocinas, y baños, ubicadas en las diferentes áreas de la industria, son recolectadas por una red que se integra a un colector para tratarlos en un filtro biológico, desde la cual se envía la corriente líquida generada al sistema de riego para las áreas verdes. Cabe señalar que los efluentes líquidos industriales generados durante la etapa de operación de procesamiento de la caña de azúcar, presentan diferentes formas de control, según sea el tipo de complejo agroindustrial, en algunos casos son tratados independientes y bombeados al sistema colector de efluentes de acuerdo a su origen.

El efluente final de esta planta estará acondicionado para ser utilizado con fines de riego en las plantaciones de caña de azúcar, toda vez que se cumplan los lineamientos establecidos en el Decreto 883 “Normas para la Clasificación y el Control de Calidad de los Cuerpos de agua y Vertidos o efluentes Líquidos”, particularmente los referidos a la calidad de los efluentes líquidos y su disposición final.

En cuanto a los procesos de producción que se realizan en la Planta de destilería del procesamiento de los derivados de la caña de azúcar, se generan efluentes líquidos, provenientes de las áreas y/o fuentes específicas, que se catalogan como sustancias o efluentes contaminantes, con capacidad de degradar el ambiente. Entre ellos se tienen especialmente los indicados en la tabla 2.

Tabla 2

Efluentes líquidos generados en la planta de destilería del procesamiento de los derivados de la caña de azúcar.

Área y/o Fuente	Efluentes líquidos
Torre de destilación.	Vinazas
Operación de destilación	Aceite Fusel
Proceso de Fermentación	Excedente de Levadura
Mantenimiento de cubas.	Aguas de lavado de cubas
Proceso de fermentación y Sistema de enfriamiento.	Aguas de lavado con CO <sub>2</sub> - Levadura-Aguas caliente- Aguas de enfriamiento
Recuperación de levaduras	Crema de Levadura
Destilación	Agua de lavado de Lodos, Aguas de Lavado, químico, Aguas condensada, Limpieza química de Columnas
Rectificación –Destilación	Aceite Fusel, Alcoholes de cabeza, Flemazas, Aguas Condensadas.
Mantenimiento de equipos, Maquinarias, e/y instalaciones.	Aguas aceitosas y grasas
Sanitarios	Aguas negras
Cocina, duchas, lavado de pisos.	Aguas grises

Fuente: FUNDAUNELLEZ, 2008, modificado por Márquez, 2012).

De lo observado en la tabla 2, se tiene que de las áreas y/o fuentes (Torre de destilación, Operación de destilación, Proceso de Fermentación, Mantenimiento de cubas, Proceso de fermentación y Sistema de enfriamiento, Recuperación de levaduras, Destilación, Rectificación –Destilación, Mantenimiento de equipos, Maquinarias, e/y instalaciones), se generan efluentes líquidos de origen industrial capaces de degradar el ambiente. A continuación se describen los más significativos.

*Vinazas:* Una de las salidas ambientales de mayor impacto y que requiere un manejo seguro desde el punto de vista ambiental es la vinaza, ya que se producen de 10 a 15 litros por litro de etanol (700 m<sup>3</sup>/ día). En este proyecto, las vinazas serán enviadas como materia prima a la planta de levadura torula. El pre tratamiento consistirá en cultivar levadura forrajera. La vinaza tratada o efluente de la planta de levadura de torula será almacenada para ser enviada a los sitios de siembra; según las condiciones de cada polígono, el uso de esta opción está en función de las características de suelo.

Se estima que en un central etanolero que trabaje con jugo de caña de azúcar, podría generar hasta ocho (8) Kg de levadura torula/ por cada m<sup>3</sup> de vinaza, esta salida ambiental podría generar un problema de disposición de la vinaza. Por esta razón se consideran las tecnologías integrales que permitan el tratamiento adecuado y manejo seguro de la vinaza.

*Aceites fusel:* Los aceites fusel generados en la operación de destilación se incorporan al etanol combustible siempre y cuando no se sobrepasen los límites de calidad establecidos. El remanente, que no pueda ser incorporado a éste, será almacenado para su comercialización. En su defecto, éstos podrán ser incinerados en las calderas bagaceras. Se debe evitar su incorporación en las vinazas como medio de disposición final ya que contraviene las normas ambientales vigentes. La generación de aceites fusel es de 1 a 5 litros por cada 1000 litros de etanol producido.

*Excedente de levadura:* En el proceso de fermentación se retira un excedente de levadura que debe ser removido y no debe ser mezclado con la vinaza diluida para evitar su descomposición en los cañaverales. La levadura excedente se enviara a la planta de levadura forrajera anexa para su secado.

De los procesos de producción que se realizan en la “Planta productora de levadura forrajera Torula”, se generan efluentes líquidos, provenientes de las áreas y o fuentes, tal como se evidencian en la tabla 3

**Tabla 3**

Efluentes que se generan en la planta productora de levadura forrajera Torula del procesamiento de los derivados de la caña de azúcar.

Área y/o Fuente	Efluentes líquidos
Producción de levadura de torula (Planta de Torula)	Residual de Torula
Proceso de separación y Lavado (Filtros, Tamices, Tanques, Centrifugas).	Aguas de lavado de equipos con lodos azucarados
Sistema de Enfriamiento	Aguas de refrigeración
Mantenimiento (Lavado y Lubricación) de maquinarias y Vehículos.	Aguas aceitosas con contenido de grasas
Salas sanitarias	Aguas Negras
Cocinas, Duchas, Lavado de pisos.	Aguas Grises.

Fuente: FUNDAUNELLEZ, 2008, modificado por Márquez, 2012).

En relación a los efluentes líquidos generados en la planta productora de levadura forrajera *Torula*, indicados en la tabla 3 se tiene: las áreas o fuentes (Producción de levadura de torula, Proceso de separación y Lavado, Sistema de Enfriamiento, Mantenimiento (Lavado y Lubricación) de maquinarias y Vehículos), originan efluentes industriales degradantes del ambiente, de los cuales el más perjudicial y sobre el que se debe tener mayor manejo y control es el residual de torula

Este residual se genera en el proceso de producción de levadura a partir de vinazas. Se considera como primer paso en el tratamiento de estas, por lo que el residual resultante habrá reducido considerablemente su carga orgánica y podrá ser dispuesto para fertirriego en la agricultura cañera. Sin embargo se están estudiando otras alternativas de mayor beneficio ambiental para el tratamiento del residual de torula. (FUNDAUNELLEZ, 2008).

La levadura de torula (*cándida utilis*) es ampliamente producida a partir de vinazas. Asimismo ha sido empleada para el cultivo aeróbico de microorganismos, especialmente levaduras y mohos, en virtud de su elevada carga orgánica (Quintero, 2007). Cabe mencionar que el Instituto Cubano de Investigación y Desarrollo de la caña de azúcar (ICIDCA) realizó estudios referidos a la utilización de las vinazas para la producción de levaduras. (Saura, 2006)

El volumen de la vinaza residual proveniente de la planta de levadura forrajera de torula es similar al volumen de entrada ( $8.400 \text{ m}^3/\text{d}$ ). Se considera que su carga orgánica, expresada en términos de DQO podría reducirse en más de 80% por lo que el efluente de una unidad de producción de levadura a partir del jugo de la caña podría estar por el orden de 7000 ppm.

En estas condiciones el efluente podría ser usado en mayor proporción por hectárea en comparación a una vinaza fresca de mieles que están en el orden de 65000 ppm. Desde el punto de vista técnico y ambiental se considera que esta medida no es la más adecuada para la disposición del efluente líquido por lo cual se deben buscar otras opciones tecnológicas que minimicen el impacto de esta salida ambiental. Es pertinente señalar que los otros efluentes líquidos (aguas grises y

negras, aguas aceitosas, aguas con contenido de sacarosa), generados en dicha planta, recibirán el mismo tratamiento que se utiliza para las demás plantas.

### **2.2.10 Medidas Ambientales**

Según FUNDAUNELLEZ (2008) son acciones inmediatas que deben realizarse en función de la conservación ambiental. Asimismo la Ley Orgánica del Ambiente (LOA) establece que son “todas aquellas acciones y actos dirigidos a prevenir, corregir, restablecer, mitigar, minimizar, compensar, impedir, limitar, restringir o suspender, entre otras, aquellos efectos y actividades capaces de degradar el ambiente”.

*Tipos de medidas ambientales:* En cuanto a los tipos de medidas ambientales, en la Guía Ambiental para Proyectos de Saneamiento Básico (2004), se conceptualizan los siguientes: Preventivas, Mitigantes, Correctivas, de control y de Recuperación ambiental, a los fines de precisar con mayor claridad su diferenciación entre cada una de ellas.

*Medidas preventivas:* Son acciones que se toman antes de una actividad para evitar un impacto ambiental, es decir, impide que el efecto se produzca. También es aquella que previene la afectación del ambiente durante el desarrollo de una actividad (instalación de equipos, funcionamiento, y mantenimiento, entre otros). Entre las medidas preventivas utilizadas dentro del área ambiental, se tienen entre otros los planes de manejo y los manuales operativos. Para efectos de la investigación y en base a los objetivos propuestos se estudian los Planes de manejo de efluentes líquidos y los Manuales operativos de los sistemas de tratamiento.

*Medidas Mitigantes:* Medidas que disminuyen el efecto negativo del impacto sobre el medio. El propósito de estas acciones es el logro que se mantenga una condición satisfactoria o de equilibrio razonable, independiente de que la agresión se manifieste antes o después de aplicarla. Estas medidas se determinan en función del análisis de cada uno de los componentes ambientales afectados por la ejecución del proyecto, en cada etapa de éste, pueden ser de tres categorías diferentes:

1.- Medidas que impidan o eviten completamente un efecto adverso significativo, mediante la no ejecución de una obra o acción. Tales como: Control periódico y Desinfección final del efluente.

2.- Medidas que minimizan o disminuyen el efecto adverso o significativo, mediante una adecuada limitación o reducción de la magnitud o duración de la obra o acción, o de alguna de sus partes.

3.- Medidas que reducen o eliminan el efecto adverso significativo mediante la implementación de acciones específicas.

*Medidas Correctivas:* Acciones que se implementan para enmendar los efectos de impactos negativos al ambiente Tienen por finalidad reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado o, en caso de no ser ello posible, restablecer sus propiedades básicas. Dentro de estas medidas correctivas se pueden mencionar entre otras, los planes de contingencia, los sistemas de control automatizados y la adecuación de la tecnología en los procesos. A continuación se conceptualizan cada uno:

*Plan de contingencia:* es el instrumento donde se diseña la estrategia, se recogen todas las medidas organizativas y técnicas, y se exponen los procedimientos para enfrentarse a la eventualidad de un riesgo o un imprevisto que ponga en peligro la continuidad de la actividad en una organización. (Bridgedworld, 2009)

*Sistemas de control automatizados:* conjunto de componentes que pueden regular su propia conducta o la de otro sistema con el fin de lograr un funcionamiento predeterminado mediante controladores eléctricos o electrónicos que permanentemente captan señales del estado del sistema bajo su control y que al detectar una desviación de los parámetros pre-establecidos del funcionamiento normal del sistema, actúan mediante sensores controladores, para llevar al sistema de vuelta a sus condiciones operacionales normales de funcionamiento. (Mateos, F. (2001).

*Adecuación de la tecnología en los procesos:* Son todas aquellas innovaciones tecnológicas que se incorporan en los procesos productivos a fin de minimizar el

impacto que se produce en el ambiente, mediante la optimización del uso de energía, reducción de la cantidad de desperdicios y disminución de los costos, entre otros. (Márquez, 2012)

*Medidas de control:* Acciones implementadas para asegurar el cumplimiento de correctivos del impacto sobre uno o varios componentes ambientales. Para Grimaldi y Simonds (2008), son aquellas acciones y/o actividades que se requieren para eliminar peligros y reducir su ocurrencia hasta un nivel aceptable. El Estado, a través de sus órganos competentes, ejercerá el control posterior ambiental, a fin de asegurar el cumplimiento de las normas y condiciones establecidas en los basamentos e instrumentos de control previo ambiental, así como para prevenir ilícitos ambientales (Artículo 92 de la LOA).

*Recuperación ambiental:* Son medidas que se aplican a los componentes bióticos (flora y fauna) abióticos (suelo, aire y agua) afectados; a través de esfuerzo se retoman los elementos ambientales a las condiciones imperantes ante las acciones perturbadoras. Tienen por finalidad producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto adverso identificado. En lo que respecta a la Planta Procesadora de la caña de azúcar, según FUNDAUNELLEZ (2008), establece como medida preventiva y de control, la instalación de plantas de tratamiento y filtros biológicos, para los efluentes líquidos generados en los distintos procesos.

En relación a las medidas ambientales en el Proyecto del Complejo Agroindustrial del procesamiento de los derivados de la caña de azúcar, se establecen las técnicas y procedimientos para reducir el potencial contaminante de los efluentes líquidos, los cuales deberán estar por debajo del límite máximo y rangos establecidos en la normativa ambiental vigente.

### **2.2.11 Sistema de Supervisión y control ambiental.**

El sistema de Supervisión y control ambiental comprende dos mecanismos dirigidos a garantizar el cumplimiento de la normativa legal que permita vigilar y controlar todas las acciones que conlleve un proyecto y que las mismas deriven

efectos negativos al ambiente, a fin de minimizar los posibles impactos que se generen al ambiente, y de esta manera hacer sustentable la actividad que se realice.

*Supervisión Ambiental:* La supervisión ambiental se define como un mecanismo donde el promotor asume la responsabilidad de vigilar el cumplimiento de la normativa ambiental vigente, garantiza la definición de funciones y responsabilidades dentro del proyecto, la observancia de las medidas propuestas en el Estudio de Impacto Ambiental y Socio Cultural (EIAySC), las incluidas en el diseño del proyecto, y las condiciones que pueda establecer el MPPA en las Autorizaciones de Ocupación del Territorio y Afectación de los Recursos Naturales (AARNR).

El Decreto N° 1.257 (publicado en Gaceta Oficial N° 35.946 del 25/04/96), referido a “Normas sobre Evaluación Ambiental de Actividades Susceptibles de Degradar el Ambiente”, en el Capítulo I, en su Artículo 28, establece que la supervisión ambiental de los programas o proyectos se adelantara conforme a lo previsto en un Plan de Supervisión Ambiental, entendido este, como: instrumento de gestión para dar cumplimiento a la normativa ambiental vigente y las funciones y responsabilidades dentro del proyecto que se desarrolla, la observancia de las medidas propuestas en el Estudios de Impacto Ambiental.

*Herramientas de control (chequeo) para la supervisión ambiental:* A los fines de sustentar una efectiva supervisión ambiental, es pertinente la utilización de herramientas de carácter técnico-legal que permitan llevar un registro pormenorizado de las actividades supervisadas. Entre las más utilizadas se tienen: Elaboración de listas de chequeo (Hojas de ruta), Generación de informes y presentación de resultados, Evaluación del desempeño de la supervisión, entre otras.

*Elaboración de listas de chequeo (Hojas de ruta):* Las listas de chequeo o de seguimiento y control, se elaboraran en función de las medidas recomendadas en el estudio de impacto ambiental. En ellas se asentará la información recolectada diariamente en campo para posteriormente procesarla y realizar el análisis del desarrollo de la gestión de supervisión ambiental.

*Generación de informes y presentación de resultados:* Este documento será generado a partir de la información relacionada con la supervisión ambiental que ha

sido recolectada en campo y asentada en las listas de chequeo. El mismo, será elaborado de una manera analítica, sintetizado, y debe tener una función operativa.

*Evaluación del desempeño de la supervisión:* Los supervisores ambientales deben cumplir, con el seguimiento y control, tal como lo establecen los procedimientos señalados, así como las medidas ambientales planteadas en los estudios de Impacto Ambiental y Socio Cultural.

*Control ambiental:* En el Artículo 77 de la LOA, establece que el estado, a través de la autoridad nacional ambiental, ejercerá el control ambiental sobre las actividades capaces de degradar el ambiente, sin menoscabo de las competencias de los estados, municipios, y comunidades indígenas, en aquellas materias ambientales expresamente asignadas por la Constitución y las leyes. Asimismo, en su glosario de términos, la Ley ejusdem, señala el control ambiental es “Conjunto de actividades realizadas por el Estado conjuntamente con la sociedad, a través de sus órganos y entes competentes, sobre las actividades y sus efectos capaces de degradar el ambiente”

### **2.2.12 Vigilancia y Control Ambiental**

En el marco de desarrollo sustentable en conexión con el sistema nacional de vigilancia y control ambiental a través de los fundamentos, conceptuales, metodología, estrategias planteadas en la búsqueda de alternativas a través de doce líneas de acción visualizadas por proyectos con metas concretas de controlar el aprovechamiento de los recursos naturales en forma sustentable

En relación al control ambiental, es un proceso que comprende la vigilancia, inspección y aplicación de medidas para la conservación de los recursos naturales. A tal efecto Gómez (2002) plantea “el control ambiental está referido al seguimiento de los impactos y de las medidas adoptadas, incluye las acciones de vigilancia y debe prever la elaboración de informes técnicos periódicos sobre el grado de cumplimiento de las actividades”. En tal sentido, se debe incluir los impactos generados, los cuales quedaran definidos en tipo, frecuencia y periodo de emisión.

### **2.2.12.1 Tipos de Vigilancia.**

La vigilancia se identifica como parte integrante de cualquier forma de corrección. Al respecto, Sandier y Davis citados en Canter (1998) define dos tipos básicos de vigilancia.

*Vigilancia Obligatoria:* Asegura que las medidas correctoras son llevadas a cabo de acuerdo el documento ambiental, e incluye disposiciones en las que se expone que en todo contrato deben aparecer la exigencia de medidas correctivas y las cláusulas de penalización. También se incluye la obligatoriedad de la disposición.

*Vigilancia o Control de eficiencia:* Controla el éxito de las medidas correctoras y el efecto ambiental. Debe ser un análisis cuantitativo científicamente.

Dentro de este orden de ideas, igualmente Sadier y Davies (1998) definen tres tipos de vigilancia o control ambiental estas son:

*Vigilancia previa:* Es la medida de las variables durante un periodo representativo para de esa manera determinar las condiciones existentes, rangos de variaciones y proceso de cambio.

*Vigilancia de efectos:* Implica las medidas de las variables durante la ejecución y operación del proyecto, para determinar los cambios ocurridos a consecuencia del mismo.

*Control de verificación:* Toma la forma de un muestreo periódico de medidas de los niveles de vertidos de residuos, ruidos o emisiones, para asegurar que se cumplan las condiciones y los estándares establecidos.

### **2.2.12.2 Tipos de Control.**

El Control, se corresponde a las medidas que se implementan para asegurar el cumplimiento de correctivos del impacto sobre uno o varios componentes ambientales dentro de un proyecto. Las medidas de control hacen referencia a los mecanismos, acciones y equipos para garantizar el control de derrames, contaminaciones, ruidos, vertimientos, emisiones, residuos y basuras dentro de los diferentes procesos.

En cuanto a los tipos de control que se tiene previsto aplicar en el complejo industrial se tienen:

*Nivel de campo:* Destinado a la recolección de datos e informaciones primarias desde los procesos productivos. Integrado por sensores, transmisores, indicadores locales y elementos de acción final.

*Nivel de control:* Destinado a la recolección y ejecución de acciones de control. Integrado por equipos y software dedicados al control y gestión de los parámetros y variables analógicas y digitales y a garantizar la comunicación con niveles de igual o diferente jerarquía

*Nivel de Supervisión:* Dirigido a garantizar la comunicación entre el hombre y los niveles que integran el sistema de instrumentación y control. Está integrado por máquinas computadoras y software dedicados a la supervisión del proceso (operación), ingeniería (cálculos, balances, cambios de parámetros de lazos de control) y destinados a garantizar la comunicación con niveles de igual o diferente jerarquía. (FUNDAUNELLEZ 2008).

Asimismo la Ley Orgánica del Ambiente establece los siguientes tipos de control.

a) Control previo. El artículo 82 señala “La Autoridad Nacional Ambiental ejercerá el control previo ambiental, a través de los siguientes instrumentos: 1 Autorizaciones. 2 Aprobaciones 3 Permisos. 4 Licencias. 5 Concesiones. 6 Asignaciones. 7 Contratos. 8 Planes de manejo. 9 Registros. 10 Los demás que establezca la ley. En el instrumento de control previo se establecerán las condiciones, limitaciones y restricciones que sean pertinentes.

b) Control posterior. El artículo 92 establece “El Estado, a través de sus órganos competentes, ejercerá el control posterior ambiental, a fin de asegurar el cumplimiento de las normas y condiciones establecidas en los basamentos e instrumentos de control previo ambiental, así como para prevenir ilícitos ambientales. Asimismo en el artículo 93 indica que el control posterior ambiental se ejercerá a través de los siguientes mecanismos: 1 Guardería Ambiental. 2 Auditoría Ambiental. 3 Supervisión Ambiental. 4 Policía Ambiental. 5 Constancia ambiental.

### **2.2.13 Seguimiento y Monitoreo**

Es el proceso mediante el cual se aplican instrumentos para medir el desempeño de un programa o proyecto durante su desarrollo, con el propósito de aplicar correctivos para su mejoramiento, e identificar los cambios que han alterado los objetivos propuestos. (Ingenieros Consultores Ltda., 2001)

En relación al Seguimiento y Monitoreo, el Decreto 883, en su Artículo 23, establece “Se crea el Registro de Actividades Susceptibles de Degradar el Ambiente para el seguimiento y control de las actividades contempladas en el artículo 7°”.

El monitoreo y evaluación de proyectos “es un proceso que, permite a los administradores, equipo técnico, y socios conocer los avances y la efectividad de los esfuerzos de la inversión y los factores externos que potencian o restringen las actividades del proyecto generando resultados no anticipados”. (Gómez y Lozada 2009). Los programas de seguimiento y monitoreo están orientados a evaluar la eficacia de las medidas de manejo previstas para la atención de los impactos del proyecto y herramientas básicas para determinar de manera oportuna los ajustes que requieran los manejos previstos, acordes con los resultados obtenidos.

Es por ello que la vigilancia y control; el seguimiento y monitoreo, para el manejo adecuado de los efluentes líquidos, debe sustentarse en bases legales especiales, lo cual permitirá la disposición adecuada del efluente generado.

#### **2.2.13.1 Importancia del Seguimiento y Monitoreo.**

El seguimiento y monitoreo como su nombre lo indica, se extienden en el tiempo y su propósito es observar periódicamente si las medidas puestas en práctica dan los resultados esperados o, si por el contrario, se hace necesario modificarlas, ampliarlas, reemplazarlas o incluso eliminarlas. El monitoreo se pueden implantar sobre las actividades del proyecto, las medidas de manejo o el recurso mismo.

Los resultados obtenidos (cualitativos o cuantitativos) en un momento particular, definen la condición de estado de la variable bajo estudio y se comparan con los resultados anteriores para determinar si hay avances, retrocesos o cambios. Si los

impactos se acumulan o es necesario implantar nuevas medidas de manejo, se debe monitorear otros elementos conexos.

Los estudios de seguimiento son aquellos en los cuales se observa la evolución de la actividad, la medida o el recurso, pero sin que ello hubiese implicado un deterioro previo del recurso; se estudia para ver su comportamiento. Los procesos de monitoreo deben establecer entonces como primera medida, tópicos como: Variables a medir, Métodos de muestreo, Lugares o estaciones de medición incluidas zonas de control si se requiere y periodicidad. Los estudios de monitoreo son de dos tipos: de seguimiento y de evaluación.

Los monitoreos de evaluación, se hacen para definir y precisar la magnitud, localización y evolución de un daño o impacto ocurrido en el recurso. Cabe referir sin embargo, que pueden darse también estudios de evaluación puntuales en el tiempo, que por ende no corresponden a programas de monitoreo.

Cabe mencionar la importancia de llevar registros escritos sobre los resultados de los monitoreos tanto para los programas de gestión, como para presentarlos ante la autoridad competente en materia ambiental. (Guía Ambiental para el subsector de la caña de azúcar, 2000).

Con base en los resultados obtenidos en el proceso de seguimiento, se podrán proponer ajustes en la ejecución de los diferentes programas y en general en la gestión ambiental de la empresa con relación al proyecto

## **2.3 Sistema de Variables e indicadores:**

**2.3.1 Definición conceptual de la variable Manejo de los efluentes líquidos:** Es el conjunto de prácticas destinadas a minimizar la concentración de sustancias no deseadas en los residuales líquidos generados en los procesos industriales y de servicios auxiliares, que causan efectos adversos en el ambiente”

**2.3.2 Definición operacional de la variable Manejo de los efluentes líquidos:** La variable está conformada por tres dimensiones y sus correspondientes indicadores. Tal como se evidencia en la Tabla 4.

**Tabla 4**  
**Sistema de variables e indicadores (Operacionalización de Variables)**

<b>Objetivo General:</b> Formular estrategias de vigilancia y control ambiental para el manejo de los efluentes líquidos generados en el procesamiento de los derivados de Caña de Azúcar en el Complejo Agroindustrial Dr. Antonio Nicolás Briceño, propuesto por PDVSA-Agrícola en el municipio Candelaria del estado Trujillo.				
<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Variable</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Ítem</b>
Identificar las principales fuentes generadoras de efluentes líquidos que pueden deteriorar el ambiente, por las actividades que se prevén durante la operatividad del Complejo Agroindustrial Dr. Antonio Nicolás Briceño, en el municipio Candelaria estado Trujillo..	Manejo de los efluentes líquidos.	Principales fuentes generadoras de efluentes líquidos	Recepción, Preparación de la caña y molinos	1,2
			Calderas	3,4
			Taller industrial	5,6
			Torre de destilación.	7,8
			Operación y Rectificación de destilación	9,10
			Planta de torula	11,12
Describir las medidas ambientales, sistema de supervisión y control para el manejo de los efluentes líquidos a ser generados en el procesamiento de los derivados de la caña de azúcar, en el Complejo Agroindustrial Dr. Antonio Nicolás Briceño, en el municipio Candelaria del estado Trujillo.	Medidas Ambientales		Preventivas	13,14
			Correctivas	15,16
			De control	17,18
			Vigilancia y Control	19,20
Establecer estrategias en las que se sustente la vigilancia y control para el manejo de los efluentes líquidos a ser generados en el procesamiento de los derivados de la Caña de Azúcar, en el Complejo Agroindustrial Dr. Antonio Nicolás Briceño, en el municipio Candelaria del estado Trujillo	Sistema de supervisión y control		Seguimiento y monitoreo	21,22, 23,24
			Este objetivo será alcanzado una vez logrados los objetivos anteriores	

Elaboración propia. Márquez (2012)

**Dimensión:** Principales fuentes generadoras de efluentes líquidos.

**Indicadores:**

*Recepción, Preparación de la caña y molinos:* El sistema de recepción de la caña, Preparación de la caña y molinos está concebido sin acumulación para la molienda nocturna, la cosecha se efectuará de forma continua durante las veinticuatro horas, será entregada al área industrial mediante gandolas y remolques de 20 – 30 toneladas de capacidad. La alimentación de la caña se hará mediante mesa alimentadora y sistema de transportadores, de manera que se garantice un sistema estable de molienda. Dicha sección estará conformada por seis (6) molinos con cuatro mazas y tolvas, para regular la alimentación, a partir de la cual se obtendrá el jugo mezclado, que después de tamizado será enviado al área de purificación.

*Calderas:* producen vapor el cual es empleado para accionar los turbo generadores eléctricos, turbinas de los molinos, cuchillas picadoras, ventiladores y otros equipos.

*Taller industrial:* áreas de lavado, engrase y cambio de aceite y lubricante de vehículos automotores, que forman parte del complejo agroindustrial y deben contar con trampas de grasas, desarenadores y separadores de aguas.

*Torre de destilación:* denominada también columna destiladora, es una estructura cerrada en la cual se realiza la separación física de un fluido en dos o más fracciones.

*Operación y Rectificación de destilación:* Se usa para separar componentes líquidos, en este caso las columnas de destilación y la rectificadora.

*Planta de torula:* está diseñada para procesar vinazas de jugo de caña. Dicha materia prima es un subproducto intermedio del proceso de destilación de vinos de la operación de destilación de cada uno de los centrales de producción de etanol.

**Dimensión:** Medidas Ambientales

**Indicadores:**

*Medidas Preventivas:* Son acciones que se toman antes de una actividad para evitar un impacto ambiental, es decir, impide que el efecto se produzca. También es aquella que previene la afectación del ambiente durante el desarrollo de una actividad (instalación de equipos, funcionamiento, y mantenimiento, entre otros).

*Medidas Correctivas:* Acciones que se implementan para enmendar los efectos de impactos negativos al ambiente. Tienen por finalidad reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado.

*Medidas de control:* Acciones implementadas para asegurar el cumplimiento de correctivos del impacto sobre uno o varios componentes ambientales

**Dimensión:** Sistema de supervisión y control

**Indicadores:**

*Vigilancia y Control:* está referido al seguimiento de los impactos y de las medidas adoptadas, incluye las acciones de vigilancia y debe prever la elaboración de informes técnicos periódicos sobre el grado de cumplimiento de las actividades”.

*Seguimiento y monitoreo:* Es el proceso mediante el cual se aplican instrumentos para medir el desempeño de un programa o proyecto durante su desarrollo, con el propósito de aplicar correctivos para su mejoramiento, e identificar los cambios que han alterado los objetivos propuestos.

## **2.4 Bases Legales.**

A continuación se analizan las bases legales o legislación ambiental vigente de acuerdo al orden jurídico venezolano, en la cual se apoya la presente investigación y que guardan relación con el manejo de los efluentes líquidos generados en los complejos agroindustriales.

***Constitución de la República Bolivariana de Venezuela:*** establece en su artículo 127 que el estado está obligado a garantizar a la población y a las generaciones futuras un ambiente sano, libre de contaminación, en donde sea protegido, el suelo, el clima, las especies vivas, entre otras. Así mismo establece que es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener el ambiente en beneficio de sí misma y del mundo futuro. Toda persona tiene derecho individual y colectivo a disfrutar de una vida y de un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado.

En concordancia con el artículo anterior se tiene el 129, el cual establece que todas aquellas actividades susceptibles de degradar el ambiente, deben presentar un Estudio de Impacto Ambiental y Sociocultural (EIASc). Para lo cual lo define como un instrumento de conocimiento al servicio de la toma de decisiones, incluso la descripción de las medidas ambientales para mitigar, controlar, y o compensar las alteraciones de una o varias variables. En este sentido los referidos estudios se consideran un instrumento de control previo. El referido articulado está vinculado a la presente investigación, como directriz rectora expresada dentro del orden jurídico ambiental venezolano.

***Ley Orgánica del Ambiente:*** en su articulado expresa de forma enfática, la conservación de ambiente ante las diferentes actividades capaces de causar deterioro al mismo, donde las agroindustrias, están catalogadas como unas de las más contaminantes a nivel mundial, la referida ley establece disposiciones y principios rectores para la gestión del ambiente, en el marco del desarrollo sustentable como derecho y deber fundamental del Estado y de la sociedad, para contribuir a la seguridad, al logro del máximo bienestar de la población y al sostenimiento del planeta, en interés de la humanidad. De igual forma, establece las normas que desarrollan las garantías y derechos constitucionales a un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado.

También se esboza la conceptualización de la gestión ambiental, y la define como el proceso constituido por un conjunto de acciones o medidas orientadas a diagnosticar, inventariar, restablecer, restaurar, mejorar, preservar, proteger, controlar, vigilar y aprovechar los ecosistemas, la diversidad biológica y demás recursos naturales y elementos del ambiente, en garantía del desarrollo sustentable, así mismo destaca entre los objetivos de la gestión del ambiente, aspectos relativos a las actividades capaces de degradar el ambiente, particularmente en sus numerales:

6. Prevenir, regular y controlar las actividades capaces de degradar el ambiente.
10. Establecer los mecanismos e implementar los instrumentos para el control ambiental.
11. Promover la adopción de estudios e incentivos económicos y fiscales, en función de la utilización de tecnologías limpias y la reducción de

parámetros de contaminación, así como la reutilización de elementos residuales provenientes de procesos productivos y el aprovechamiento integral de los recursos naturales.

12. Elaborar y desarrollar estrategias para remediar y restaurar los ecosistemas degradados.

13. Resguardar, promover y fomentar áreas que coadyuven a la preservación de un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado.

14. Cualesquiera otros que tiendan al desarrollo y el cumplimiento de la presente Ley.

En este mismo orden de ideas, se encuentra la *Ley de Aguas*, la cual en su artículo 1 expresa su objeto, asimismo establece las disposiciones que rigen la gestión integral de las aguas, como elemento indispensable para la vida, el bienestar humano, el desarrollo sustentable del país, y es de carácter estratégico e interés de Estado. De igual forma en su artículo 2 define como vertido líquido: “a toda descarga de agua que se realice directa o indirectamente a los cuerpos de agua mediante canales, desagües o drenajes de agua, descarga directa sobre el suelo o inyección en el subsuelo, descarga a redes cloacales”.

Por otro lado, señala en su artículo 13 “los generadores de efluentes líquidos deben adoptar las medidas necesarias para minimizar la cantidad y mejorar la calidad de sus descargas, de conformidad con las disposiciones establecidas en esta Ley y demás normativas”

***Ley Penal del Ambiente:*** en su artículo 1, establece como delitos ambientales todos aquellos hechos que atentan contra los recursos naturales y el ambiente, imponer las sanciones penales y demás medidas precautelativas, así como las disposiciones de carácter procesal derivadas de los asuntos ambientales.

De igual forma prevé que las sanciones aplicables sean principales y accesorias: las principales van desde la prisión, arresto, disolución de la persona jurídica hasta el desmantelamiento de la instalación, establecimiento o construcción. Mientras que las accesorias incluyen la clausura definitiva de la instalación o establecimiento, la clausura temporal de hasta por un año y la prohibición definitiva de la actividad contaminante, entre otras. Dicha ley se encuentra ligada a la investigación por los efectos que son capaces de producir toda descarga de efluentes líquidos de procesos industriales que no sean manejados inadecuadamente.

***Ley sobre Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos:*** publicada en Gaceta Oficial N° 5.554 Extraordinaria de fecha 13 de noviembre de 2.001, tiene por objeto regular la generación, uso, recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de sustancias, materiales y desechos peligrosos, así como cualquier otra operación que los involucre, con el fin de proteger la salud y el ambiente, también serán objeto de regulación, en todo lo relativo a su incidencia y sus efectos en la salud y en el ambiente, aquellas sustancias y materiales peligrosos y otros similares, de origen nacional o importado que vayan a ser utilizados con fines de uso agrícola, industrial, de investigación científica, educación, producción u otros fines.

Bajo esta premisa, la ley prohíbe la descarga de sustancias, materiales o desechos peligrosos en el suelo, en el subsuelo, en los cuerpos de agua o al aire, en contravención con la reglamentación técnica que regula la materia.

***Normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos:*** Están contenidas en el Decreto 883 publicado en Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 35.445 de fecha 22 de abril de 1994.

***Normas sobre Evaluación Ambiental de Actividades Susceptibles de degradar el Ambiente:*** El Decreto 1.257 de fecha 13 de marzo de 1996, decreta la normativa que tiene por objeto establecer los procedimientos conforme a los cuales se debe realizar la evaluación ambiental de actividades susceptibles de degradar el ambiente.

Estos reglamentos están íntimamente relacionados con lo que estipula la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, como norma supra en la presente investigación, ya que a través del Decreto 883 se regula el manejo de los efluentes líquidos y el 1257, sirve como instrumento previo para la toma de decisiones y control de estos sobre el ambiente.

***Normas sobre calidad del aire y control de la contaminación atmosférica.*** Están contenidas en el Decreto N° 638 fecha 26 de abril de 1995, el cual tiene por objeto establecer las normas para el mejoramiento de la calidad del aire y la prevención y control de la contaminación atmosférica producida por fuentes fijas y móviles capaces de generar emisiones gaseosas y partículas al ambiente. Entendiéndose como Fuente Fija de Contaminación Atmosférica a “toda edificación o instalación existente

en un sitio dado, temporal o permanentemente, donde se realizan operaciones que dan origen a la emisión de contaminantes del aire”. En este caso por encontrarse los complejos industriales que realizan actividades referidas al procesamiento de la caña de azúcar y sus derivados, dentro de la Clasificación Internacional Uniforme de las Naciones Unidas, tal como lo establece el artículo 9 ejusdem.

***Norma venezolana COVENIN 1649:1996. Chimeneas y Ductos. Determinación de la ubicación y número mínimo de puntos de muestreo.*** Esta norma establece el método de la determinación de la ubicación y número mínimo de puntos de muestreo, para evaluar los parámetros de flujo en los ductos y chimeneas de una fuente fija que emita una corriente gaseosa.

***Norma venezolana COVENIN 2060:1996. Determinación de la concentración de las partículas totales suspendidas en la atmósfera.*** En esta norma se establece el método para establecer las concentraciones de las partículas totales en la atmósfera de acuerdo a los diámetros de estas. Donde el aire es aspirado desde una caseta cubierta y pasa a través de un medio filtrante que permite recoger las partículas de determinado diámetro y la concentración de estas se calcula a partir de la masa de las partículas totales suspendidas recolectadas y el volumen de aire muestreado.

***Norma venezolana COVENIN 1831:1998. Chimeneas y Ductos. Determinación de humedad de los gases.*** Esta norma establece 4 métodos, 2 se basan en el principio psicrométrico de descenso de la temperatura, causado por la evaporación del agua. Los otros 2 métodos se basan en la extracción, condensación y absorción del vapor de agua utilizando materiales como termómetros, barómetros, filtros entre otros.

***Norma venezolana COVENIN 2635:89. Partículas sedimentables en la atmósfera. Determinación de la concentración.*** Establece el método de referencia para la determinación de la concentración de partículas tanto solubles, insolubles totales, en la atmósfera captadas mediante un recipiente colector, expuesto al aire durante un tiempo determinado. Para luego determinar gravimétricamente la cantidad de partículas colectadas relacionándolas con el área de abertura del recipiente y el tiempo.

Es pertinente señalar que de acuerdo al aprovechamiento, manejo y uso que la agroindustria da a los efluentes líquidos considerados peligrosos, deberá ajustarse a lo que establece el Decreto 2635 *Normas para el Control de la Recuperación de Materiales Peligrosos y el Manejo de los Desechos Peligrosos* y a la *Resolución Ministerial 40*, sobre manejadores de desechos peligrosos. Así mismo es preciso acotar que los diferentes acuerdos suscritos por Venezuela, referentes a declaraciones, convenios, protocolos, cumbres, están vinculados o guardan relación con la investigación toda vez que ellos, su espíritu y fin es la conservación del ambiente, en aras de desarrollo sustentable.

*Normas para el manejo de los desechos sólidos de origen doméstico, comercial, industrial o de cualquier otra naturaleza que no sean peligrosos.* Las referidas normas están contenidas en el Decreto N° 2.216 de fecha 23 de Abril de 1992 y publicadas en Gaceta Oficial N° 4.418 Extraordinario del 27 de abril de 1992. El citado Decreto tiene por objeto regular las operaciones de manejo de los desechos sólidos de origen doméstico, comercial, industrial, o de cualquier otra naturaleza no peligrosa, con el fin de evitar riesgos a la salud y al ambiente. Los cuales deberán ser depositados, almacenados, recolectados, transportados, recuperados, reutilizados, procesados, reciclados, aprovechados y dispuestos de manera tal que se prevengan y controlen deterioro a la salud y al ambiente.

## CAPÍTULO III

### MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se describe el proceso metodológico a seguir el alcance de los objetivos propuestos de la investigación. Para este fin, los aspectos desarrollados son: Descripción del área de estudio, tipo, diseño de la investigación, población, muestra, técnicas e instrumentos para la recolección de información, su validez, confiabilidad, y el procedimiento para el análisis de datos.

#### 3.1 Descripción del área de estudio.

El proyecto cuenta con un polígono cuya superficie total es de 557,37 km<sup>2</sup>, localizado al centro del Estado Trujillo, abarca los municipios Pampán, Pampanito, José Felipe Márquez Cañizalez y Candelaria. Sus límites son: al Norte las poblaciones El Batatillo y Las Tres Matas, al Sur con la población Flor de Patria, al este con el río Monaycito y la sierra Carache y al Oeste el Embalse Agua Viva. (Figura 2)

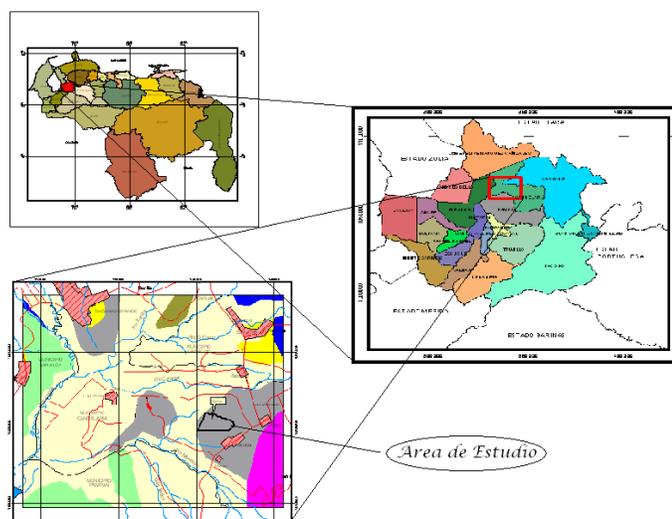


Figura 2. Ubicación geográfica del área de estudio.  
Aporte: Centro Cartográfico UNELLEZ. 2000

El sitio propuesto para la construcción de la Planta se ubica dentro de una superficie de 214,18 ha, la cual se localiza a 12 km aproximadamente de Monay, en la Finca La Independencia, Sector Las Llanadas de Monay, Parroquia San José, Municipio Candelaria del estado Trujillo. Se encuentra a 237 msnm, con una latitud de 09°38'07'', longitud al oeste de Greenwich: 70°25'00'', ubicado en el punto referencial en coordenadas UTM N-1.064.957 y E-342.143.

Presenta las siguientes características físico naturales: Topografía: totalmente plana, vegetación media a baja con formación de potreros semi-arbolados con presencia de relictos de bosques ribereños o galería. El uso actual es agropecuario, constituido por pastizales, arbustos y árboles aislados. En relación a la geología, los Llanos de Monay se encuentran formados por una gran depresión, donde convergen un grupo de formaciones geológicas de diferentes edades, tales como: Formación Misoa, Isnotú, y Betijoque.

Los suelos se corresponden al área de planicie, presentan texturas de finas a medias, fertilidad natural de media a alta, pH ácido y contenido de materia orgánica variable, baja saturación de bases, son suelos recientes, de evolución baja. Desde el punto de vista taxonómico estos suelos se clasifican como Typi Dystropepts.

Hidrográficamente el área se ubica en la cuenca media del río Motatán, donde diferentes cursos de agua drenan el área de los Llanos de Monay, el principal curso de agua que atraviesa el área es el río Carache, el cual discurre de Este a Oeste en una asociación de terrazas de disposición; sus afluentes son la quebrada Timiache, la quebrada Guama y los Monjes, hasta converger en el Embalse de Agua Viva.

El área destinada para el proyecto, se encuentra ubicada aproximadamente a 1.200 mts de la carretera nacional transandina que conduce de Monay hacia Barquisimeto. A nivel sísmico, el área se encuentra ubicada en la zona 5 del Mapa de zonificación sísmica

### **3.2 Tipo de investigación**

Para todo estudio, su esencia radica en los hechos y relaciones que se establecen de acuerdo a los resultados obtenidos, los cuales deben tener el grado máximo de

exactitud y confiabilidad. Es por eso, que se planteo un estudio explicativo, con el fin de establecer las causas de los hechos y fenómenos, con un enfoque cuantitativo.

Cabe mencionar que:

Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o porque se relacionados o mas variables. (Hernández, Fernández y Baptista, 2006:108)

En el caso de la presente investigación se formularon estrategias de vigilancia y control ambiental para el manejo de los efluentes líquidos a generarse en el procesamiento de los derivados de caña de azúcar en el Complejo Agroindustrial “Dr. Antonio Nicolás Briceño”, propuesto por PDVSA-Agrícola en el municipio Candelaria del estado Trujillo, por tal motivo es necesario explicar en qué condiciones se producen los efluentes líquidos generados en el procesamiento de los derivados de caña de azúcar y de qué manera se deben manejar para minimizar los impactos al ambiente.

En este sentido, se realizo una revisión bibliográfica relacionada con el área destinada para el proyecto, particularmente la existente en el Estudio de Impacto Ambiental y Socio cultural de la construcción del Complejo Agroindustrial para el procesamiento de los derivados de caña de azúcar “Dr. Antonio Nicolás Briceño”, propuesto por PDVSA agrícola en el municipio Candelaria del estado Trujillo. De igual forma documentos escritos en Venezuela y otros países, sobre casos de estudios similares en agroindustria que llevan a cabo procesos análogos relacionados con el proceso productivo.

### **3.3 Diseño de investigación**

La investigación se apoyo en un diseño de campo, según Arias (2004:28) “Consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la

realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna”. En tal sentido se aplicaron encuestas y entrevistas a personal especialista en operaciones y mantenimiento de plantas, visitas y recorridos a las instalaciones de complejos agroindustriales en Venezuela, para verificar las fuentes y manejo de los efluentes líquidos generados en los procesos productivos, con la finalidad de obtener información confiable para su análisis y como insumo en la formulación de estrategias.

En este mismo orden de ideas, la presente investigación también se corresponde con un diseño de tipo no experimental, por cuanto las variables estudiadas no se manipularon. Los datos se obtuvieron en un momento determinado, en forma clara y precisa, de acuerdo a las características de las mismas. Según Hernández, Fernández y Baptista (2006:25) la investigación no experimental “Es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente las variables”. Lo que se hace es observar el fenómeno en su contexto natural”.

Asimismo se considera una investigación documental. Al respecto, Stracuzzi y Pestana (2010:91) expresan “... entendemos la investigación documental como un proceso de búsqueda, que se realiza en fuentes, con el objeto de recoger información, organizarla, describirla e interpretarla de acuerdo con ciertos procedimientos que garanticen confiabilidad y objetividad en la presentación de sus resultados”. Cabe señalar que a los fines de sustentar las bases teóricas, se tomó información de investigaciones realizadas en otros países, relacionadas con la temática abordada en el presente trabajo.

### **3.4 Población y muestra**

El término población comprende un conjunto de personas, animales o cosas que limitan el estudio a realizar; es un subconjunto del universo. Según Tamayo (2006:180) “se entiende por población la totalidad de un fenómeno de estudio, incluye la totalidad de unidades de análisis o entidades de población que integran dicho fenómeno y que debe cuantificarse para un determinado estudio”.

En la presente investigación la población estuvo conformada por supervisores vinculados al proceso productivo de agroindustria análogas a estos complejos en otras regiones del país, funcionarios expertos adscritos a los programas de Calidad Ambiental y Vigilancia y Control, del Ministerio del Poder Popular para el Ambiente. PDVSA-Agrícola, ALBA. (Alternativa Bolivariana para las Américas). Tal como se evidencia en la Tabla 5.

Tabla 5  
Caracterización de la población

Personal especializado por Institución	Total
Supervisores de procesos en Agroindustrias	6
Funcionarios expertos de Calidad Ambiental del MPPA	6
Funcionarios expertos de Vigilancia y Control del MPPA	4
Funcionarios expertos de PDVSA-Agrícola	4
Personal experto de ALBA	2
Operadores de procesos en Agroindustrias	8
TOTAL	30

Fuente: Márquez, 2012

La población en la presente investigación es finita de acuerdo con el criterio expuesto por Sierra (1999), quien categoriza de esta forma el universo cuando se ubica por debajo de 100 unidades. Asimismo Tamayo (2006:181) señala "...las poblaciones pequeñas en general se toman en su totalidad para ser estudiadas". En ese sentido, la población objeto de estudio consiste en investigar a los treinta (30) sujetos expertos, entendidos estos como "aquellos profesionales y técnicos con experiencia y conocimiento en el procesamiento de los derivados de caña de azúcar análogas a complejos agroindustriales.

### 3.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de información.

**3.5.1 Técnicas:** son las distintas formas o procedimientos que utiliza el investigador para obtener información, de allí que se selecciona la más pertinente según los objetivos de la investigación, por cuanto permite obtener resultados más

cónsonos con la realidad. (Arias, 2004). En consecuencia y a los fines de lograr una interacción entre el investigador y los sujetos objeto de estudio, se considero pertinente utilizar las siguientes técnicas:

*Observación directa:* “es aquella cuando el investigador se pone en contacto personalmente con el hecho o fenómeno que se trata de investigar.” (Stracuzzi y Pestana, 2010:118). En este caso el investigador realizo visitas y recorridos por las instalaciones de industrias que realizan procesos análogos, a los fines de observar y recopilar información y material fotográfico.

*La encuesta:* “es una técnica destinada a obtener datos de varias personas cuyas opiniones interesan al investigador.” (Stracuzzi y Pestana, ob.cit:118). Cabe mencionar que la misma se materializa a través de un listado de preguntas escritas (Cuestionario) que se entregan a los sujetos quienes en forma anónima, la responden por escrito.

*La entrevista:* “técnica basada en un dialogo o conversación “cara a cara”, entre el entrevistador y el entrevistado acerca de un tema predeterminado, de tal manera que el entrevistador pueda obtener la información requerida”. (Arias 2004:73). En este caso el investigador realizo entrevistas en las visitas y recorridos por las instalaciones de industrias que realizan procesos análogos, a los fines de obtener información confiable.

**3.5.2 Instrumento:** son todos aquellos medios de los cuales se vale el investigador para recolectar información de interés. Al respecto Arias (2004:67) lo define como “aquel recurso, dispositivo o formato que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información”. Para efectos de esta investigación y en base a la operacionalización de variables, se diseñaron dos instrumentos:

a) Un cuestionario, conformado por veinticuatro (24) ítems con preguntas cerradas, abiertas y de opción múltiple. (Anexo A: Cuestionario Versión Preliminar), dirigido a los diferentes expertos (funcionarios del Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, (MPPA), Alternativa Bolivariana para las Américas (ALBA), PDVSA-Agrícola, Centrales azucareros, y destilerías)

b) Una entrevista estructurada constituida por nueve (9) preguntas. (Anexo A), dirigida a operadores de proceso y observación directa a centrales azucareros y destilerías.

**3.5.2.1 Validez del instrumento:** Para Hernández y otros. (2006) “la validez se refiere a que el instrumento sea capaz de medir lo que pretende medir”. Para la validez del instrumento (cuestionario) se utilizó un panel de tres (3) expertos en el área de estudio y metodología, a quienes se les presentó un formato detallado y contentivo del título del trabajo, objetivos, la definición operacional y conceptual de las variables, su operacionalización con los respectivos ítems por indicador. Con la finalidad de evaluar la pertinencia, redacción, extensión y secuencia de los ítems del cuestionario.

Al panel de expertos se les pidió evaluar el instrumento en función de los siguientes criterios: redacción, concordancia, pertinencia (instrumento de validación). Las observaciones al cuestionario emitidas por los expertos se analizaron, se hacen los ajustes y correcciones sugeridas y emiten la correspondiente Constancia de Validación. (Anexo B) Con estas modificaciones se obtiene el instrumento final contentivo de 24 ítems (Anexo C: Cuestionario Versión Definitiva).

**3.5.2.2 Confiabilidad del instrumento:** Otro de los aspectos a considerar, es la confiabilidad de los instrumentos de medición. Referente a este tema, Silva (2008:116), expresa “se refiere a la estabilidad, consistencia y exactitud de los resultados”. Igualmente para Ramírez (2007), la confiabilidad está dada por el hecho de que en las mismas condiciones el mismo instrumento debe arrojar iguales resultados.

Sin embargo, es importante mencionar los argumentos de otros autores que establecen y permiten dar flexibilidad a la estrecha vinculación entre confiabilidad y validez, sobre todo al considerar de que no existe validez sin confiabilidad. La presencia de alta validez puede a menudo ser tomada como indicador de un grado satisfactorio de confiabilidad. Al demostrarse que una medida es válida, se puede asumir razonablemente que es confiable.

Al respecto, De la Mora (2006) afirma “el uso de uno o varios métodos o técnicas de investigación no es algo arbitrario; deberá estar basado en el estudio, el objetivo de la investigación y el grado o nivel de exactitud científica que se persigue”. Al analizar lo expresado por la citada autora, es pertinente considerar los objetivos propuestos en la investigación y por tanto el grado de exactitud científica deseado.

Bohlander (2008:64) señala “en contraste con los métodos cuantitativos, los métodos cualitativos para el pronóstico, son menos estadísticos”. A este efecto, en la presente investigación no se realizó un análisis de confiabilidad basado en los métodos estadísticos utilizados para la mayoría de estudios experimentales y no experimentales. Es preciso acotar que el método para la determinación de confiabilidad considerado en la presente investigación se estimó, desde una perspectiva cualitativa basada en el análisis e interpretación de las variables objeto de estudio y de la validez obtenida por el juicio de expertos.

### **3.6 Procedimiento para el análisis de datos**

La información obtenida de los cuestionarios se analizó a través de la estadística descriptiva. Según Hernández et al (2006) “es donde el investigador, usualmente busca en primer término, describir sus datos y posteriormente efectuar análisis estadísticos para relacionar sus variables”. Para tal efecto se clasificaron los ítems del cuestionario; la distribución por frecuencias y porcentajes, y se elaboran gráficos de barra o diagramas de pastel según sea el caso y se procedió al análisis y comentarios.

#### **3.6.1. Diagrama de Ishikawa como instrumento de planificación estratégica.**

Según Martínez (2005), es una forma de organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas de un problema. El nombre que recibe este instrumento es por su creador, el Dr. Kaoru Ishikawa en 1943, también se le conoce como espina de pescado y es utilizado en la fase de diagnóstico y solución de la causa. Al realizar el análisis de un problema de cualquier índole, estos tienen varias causas de diferentes grados de importancia, trascendencia o proporción. En algunos

casos existe relación entre el origen del problema y la causa y en otras con los efectos que este produce.

Este diagrama tiene la ventaja de permitir visualizar de una manera muy rápida y clara la relación que tiene cada una de las causas con las demás razones que inciden en el origen del problema. En algunas oportunidades son causas independientes y en otras existe una íntima relación entre ellas, que pudiesen estar actuando en cadena. El diagrama causa efecto se considera un vehículo para ordenar en forma concentrada las causas que supuestamente pueden contribuir a un determinado efecto.

Dentro de los elementos que lo constituyen está el problema principal que se desea analizar, el cual se coloca en el extremo derecho del diagrama, se aconseja encerrarlo en un rectángulo para visualizarlo con facilidad y por las causas principales que lo origina. Gráficamente está constituido por un eje central denominado línea principal o espina central. Posee flechas inclinadas que se extienden hasta dicho eje, en su parte inferior y superior cada una de ellas representa un grupo de causas que inciden en la existencia del problema. De igual forma estas flechas a su vez son tocadas por otras de menor tamaño que representan las causas secundarias de cada causa o grupo de causas del problema.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS DE LA INVESTIGACION

A continuación, se presentan los resultados obtenidos, una vez aplicados los instrumentos, a través del análisis de estadística básica de frecuencia en valores absolutos y relativos de los ítems. Así mismo, se presenta la discusión de resultados, los cuales se realizaron por cada uno de los ítems contenidos en el cuestionario.

#### **4.1 Análisis de los resultados.**

Después de ser aplicado el respectivo instrumento a los diferentes expertos (funcionarios del Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, (MPPA), Alternativa Bolivariana para las Américas (ALBA), PDVSA-Agrícola, Centrales azucareros, y destilerías), se procedió a la tabulación y análisis, esto permitió obtener la percepción que los diferentes actores tienen sobre el manejo de los efluentes líquidos generados en los complejos agroindustriales, para el procesamiento de los derivados de la caña de azúcar.

En tal sentido, los resultados generados permitieron identificar las principales fuentes generadoras de efluentes líquidos que deterioran el ambiente, describir las medidas ambientales, su sistema de supervisión y control ambiental para el manejo de los efluentes líquidos, a ser generados en el procesamiento de los derivados de la caña de azúcar, y finalmente la formulación de estrategias para fortalecer el manejo de los efluentes líquidos en el área de estudio.

**Identificación de fuentes generadoras de efluentes líquidos que pudiesen afectar el ambiente en el complejo agroindustrial Dr. Antonio Nicolás Briceño en el Municipio Candelaria del estado Trujillo.**

***Fuentes generadoras de efluentes líquidos capaces de degradar el ambiente.***

En base a los resultados se puede apreciar en la tabla 6 y figura 3, las fuentes: Calderas, Destilación, y preparación de la caña y molinos, generan efluentes líquidos capaces de producir impactos al ambiente, y por ende deterioro progresivo de los recursos naturales (agua, suelo, flora, fauna). Estos resultados coinciden con lo expresado por los entrevistados (operadores de procesos) quienes conocen que en las fuentes que se generan efluentes líquidos capaces de causar mayor deterioro al ambiente, son las calderas, recepción y preparación de la caña y molinos, respectivamente.

Tabla 6

Fuentes generadoras de efluentes líquidos capaces de degradar el ambiente

Fuentes	Frecuencia	%
Preparación de la caña y molinos	23	76,66%
Calderas	25	83,33%
Taller Industrial (mantenimiento de maquinarias y equipos)	19	63,33%
Destilación (operación, rectificación, y torre de destilación)	25	83,33%
Planta de Torula	21	70,00%
Otras.	4	13,33%

Fuente: Márquez, (2012).

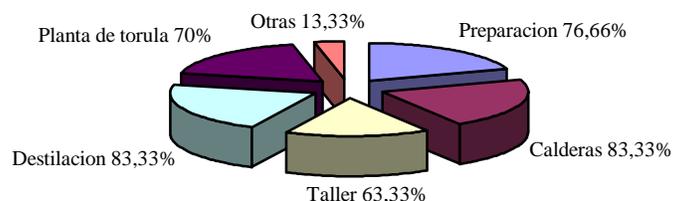


Figura 3. Fuentes generadoras de efluentes líquidos capaces de degradar el ambiente

Elaboración Propia

En tal sentido, se evidencia que el mayor porcentaje, se presentó en las fuentes: Caldera (83,33%), Destilación (83,33%), Preparación de la caña y molinos (76,66%), Planta de torula (70%), Taller industrial (63,33%), y en la opción otras (13,33%) señalaron: lavado de pisos y purgas de tinas de evaporación.

***Efluentes líquidos provenientes de la recepción de la caña de azúcar y molienda.***

Según los resultados se observa en la tabla 7 y figura 4, la mayoría de los expertos coinciden en que el efluente líquido agua con alto contenido de fuel oil, grasas, lubricantes y pequeñas cantidades de sacarosa, es generado en la fuente preparación de la caña y molinos, cuya operación se realiza en la planta procesadora de la caña de azúcar. Al respecto en (FUNDAUNELLEZ 2008) señala que las principales fuentes generadoras de efluentes líquidos (EF) en los complejos agroindustriales promovidos por PDVSA-Agrícola, son entre otros: preparación de cañas y molinos, talleres industriales, laboratorio, limpieza de evaporadores, calentadores, purga de calderas, aguas residuales provenientes de los servicios sanitarios y lavado de pisos.

Cabe mencionar, estos resultados coinciden con el ítem anterior, en cuanto al impacto negativo que se ejercería sobre el medio biótico (flora, fauna) y el paisaje, al verterse directamente en el río. En este sentido, Perdígón et.al (2005), considera que si no se toman en cuenta los parámetros de caracterización, se produciría un alto grado de contaminación en el cuerpo receptor por efecto de eutrofización no controlable, y se afectaría el equilibrio de la flora y la fauna.

Tabla 7

Procedencia de los efluentes líquidos con alto contenido de grasas, fuel oil, lubricantes y pequeñas cantidades de sacarosa

<b>Fuente</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>
Preparación de la caña y molinos	28	93,33%
Calderas	6	20%
Taller industrial	8	26,66%
Laboratorio	0	--

Fuente: Márquez, (2012).

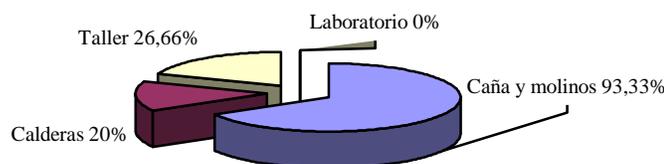


Figura 4. Procedencia de los efluentes líquidos con alto contenido de grasas, fuel oil, lubricantes y pequeñas cantidades de sacarosas .

Elaboracion Propia

Vistas las observaciones se tiene que el 93,33% de los encuestados manifestaron tener conocimiento que dichos efluentes líquidos provienen de la preparación de la caña y molinos, 26,66% sostienen que de taller industrial, el restante 20% indicaron calderas, las opciones Laboratorio y otra, no fueron consideradas.

### *Los efluentes líquidos generados en la fuente calderas*

En la tabla 8 y figura 5, se observa que la mayoría de los expertos consultados tienen conocimiento que la fuente calderas genera el efluente líquido aguas con alto contenido de sólidos inorgánicos y cenizas, en los complejos agroindustriales.

Tabla 8

Procedencia de los efluentes líquidos con alto contenido de sólidos inorgánicos.

Fuente	Frecuencia	%
Preparación de la caña y molinos	6	20%
Calderas	27	90%
Taller industrial	1	3,33%
Laboratorio	2	6,66%
Otra (indicar)	-	--

Fuente: Márquez, (2012).

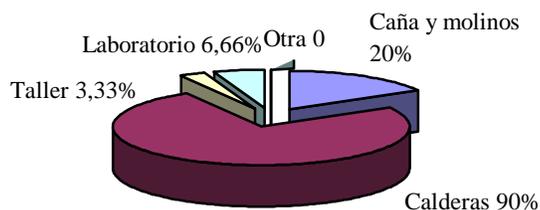


Figura 5. Procedencia de los efluentes líquidos con alto contenido de sólidos inorgánicos.

Elaboración Propia.

De acuerdo a lo expresado en la figura 5, se aprecia que el 74% de los encuestados afirman que dicho efluente líquido proviene de la fuente calderas, 17% manifestaron que de preparación de cañas y molinos, mientras que 6% indicaron que del laboratorio y la opción taller industrial con un escaso 3%.

### ***Mantenimiento de las calderas***

De los resultados presentados en la tabla 9 y figura 6, los encuestados coinciden en señalar que el mantenimiento de las calderas se debe realizar anualmente, lo cual se considera ajustado a la realidad.

Cabe mencionar que el vapor producido en las calderas es empleado para accionar los turbo generadores eléctricos, turbinas de los molinos, cuchillas picadoras, ventiladores y otros equipos, mientras que el vapor de escape de estas máquinas, es empleado como fluido calefactor para el calentamiento, evaporación y cocimiento de jugos, por tal motivo este mantenimiento anual se realiza al finalizar la zafra, toda vez que el proceso de molienda de la caña debe efectuarse en forma ininterrumpida. (FUNDAUNELLEZ 2008).

Tabla 9  
Frecuencia del mantenimiento a las calderas

<b>Frecuencia</b>	<b>Fr</b>	<b>%</b>
Diario	0	--
Mensual	0	--
Trimestral	6	20 %
Otra (Anual)	24	80 %

Fuente: Márquez, (2012).

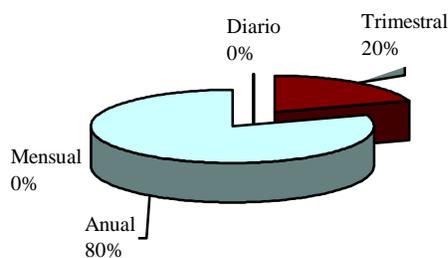


Figura 6. Frecuencia del mantenimiento a las calderas.  
Elaboracion Propia

Se refleja que el 80% de los encuestados, seleccionaron la opción otras (anual), trimestral 20%, las opciones diario y mensual no fueron consideradas.

### ***Fuente taller industrial.***

La mayoría de los encuestados, tal como se refleja en la tabla 10 y figura 7, coinciden en señalar que la principal fuente generadora de aguas aceitosas con alto

contenido de grasa, proceden del taller industrial. Lo cual es cierto, por cuanto el área de Servicios Auxiliares (SAx) es aquella en la cual se realizan actividades de lavado de equipos y maquinarias, engrase y cambios de aceite, entre otras. Estas actividades se consideran altamente contaminantes.

Al respecto Mendonca (1987) expresa, se identifica como Servicios Auxiliares (SAx) a todas aquellas prestaciones que se requieren para llevar adelante el proceso industrial y que no forman parte de él. Los SAx que se usan habitualmente en una planta industrial son: vapor, energía eléctrica, taller industrial combustibles, agua, frío, aire comprimido, vacío, tratamiento de efluentes y gases, entre otros.

Tabla 10

Procedencia de efluentes líquidos (aguas aceitosas con alto contenido de grasa)

Fuente	Frecuencia	%
Planta de tratamiento para agua de procesos	4	13,33 %
Limpieza de equipos	10	33,33 %
Taller industrial	28	93,33 %
Laboratorio	--	--

Fuente: Márquez, (2012).

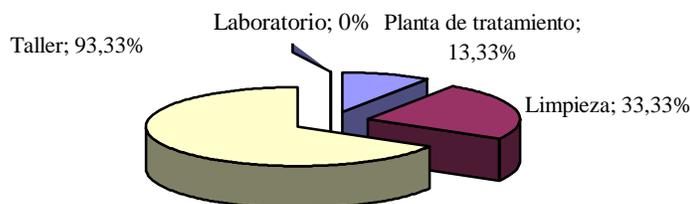


Figura 7: Procedencia de efluentes líquidos (aguas aceitosas con alto contenido de grasa).

Elaboración Propia

En base a los resultados expresados en la figura 7, se tiene que el mayor porcentaje (93,33%) se presentó en la fuente taller industrial, seguida con 33,33% en limpieza de equipos y finalmente con un 13,33% la planta de tratamiento para agua de procesos.

### *Mantenimiento de maquinarias, equipos y Lavado de pisos*

Del análisis del ítem se tiene: a) En cuanto a la frecuencia en el **mantenimiento de maquinarias, equipos**: Dichos resultados se consideran ajustados a la realidad, tal

como se observa en la tabla 11 y figura 8, toda vez que el mantenimiento trimestral es el más adecuado para la maquinaria y equipos.

Tabla 11  
Frecuencia en el mantenimiento de maquinarias y equipos.

Frecuencia del mantenimiento	Maquinarias y equipos	%
Diario	0	--
Semanal	0	--
Mensual	8	26,66%
Trimestral	16	53,33%
Otra (Anual)	6	20%

Fuente: Márquez, (2012).

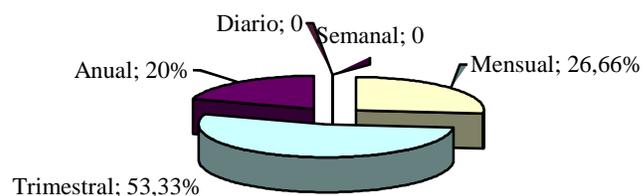


Figura 7. Frecuencia en el mantenimiento de maquinarias y equipos.  
Elaboracion Propia

Cabe mencionar que el 53,33% indicó trimestral, 26,66% consideró el mantenimiento mensual, y un 20% señaló la opción otras e indicaron anual, esto particularmente se produce en la maquinaria pesada, aun cuando en determinado momento puede presentarse una contingencia.

b) En cuanto a la frecuencia del **lavado de pisos**, dichos resultados se consideran satisfactorios, tal como se observa en la tabla 12 y figura 9. Cabe señalar que la limpieza en las agroindustrias se realiza en las siguientes áreas: equipos de procesos, salas de proceso e instalaciones, y las distintas áreas de servicios, entre otras y por tanto las tareas de lavado y limpieza son en muchos casos, uno de los mayores generadores de efluentes. (FUNDAUNELLEZ 2008).

Tabla 12  
Frecuencia en el mantenimiento del lavado de pisos.

Frecuencia del mantenimiento	Lavado de piso	%
Diario	19	63,33
Semanal	8	26,66
Mensual	3	10%
Trimestral	0	--
Otra (Anual)	0	--

Fuente: Márquez, (2012).

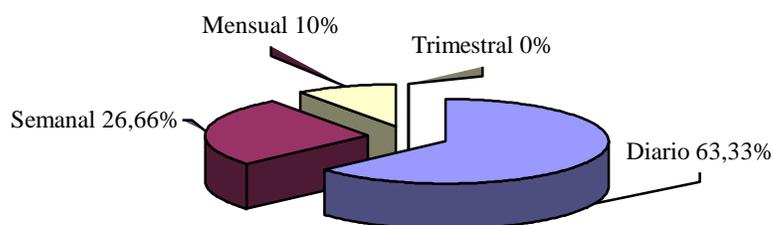


Figura 9. Frecuencia en el mantenimiento de lavado de pisos.  
Elaboracion Propia

En este sentido, del personal encuestado, se observa en la figura 9 que un 63,33%, opinó el mantenimiento diario, 26,66% semanal, 10% mensual, la opción trimestral no fue considerada. Estos resultados también parecieran ajustarse a lo real pues es bastante frecuente que en algunas áreas del complejo, tales como el lavado de pisos debe realizarse diariamente.

#### ***Fuente de donde proviene la vinaza.***

En relación al conocimiento de la fuente donde se origina la vinaza, los resultados demuestran tal como se observa en la tabla 13 y figura 10, que la mayoría conocen que la vinaza es generada en la planta de destilería. Esto se considera real, si se parte del principio que es una de las salidas ambientales de mayor impacto por su alto contenido de DBO, Nitrógeno y Fosforo, por lo cual se requiere un manejo seguro desde el punto de vista ambiental, ya que se originan de 10 a 15 litros, por litro de etanol producido, lo que generaría aprox..700 m<sup>3</sup>/día. (FUNDAUNELLEZ 2008).

Tabla 13  
Fuente de donde proviene la vinaza

Fuente	Fr	%
Torre de destilación	23	76,66%
Operación de destilación	16	53,33%
Recuperación de levaduras	1	3,33%
Rectificación – Destilación	1	3,33%

Fuente: Márquez, (2012)

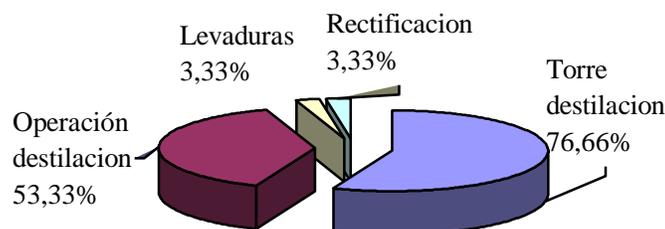


Figura 10. Fuente de donde proviene la vinaza.  
Elaboración Propia

De acuerdo a lo expresado, se tiene: 76,66% opinaron que en la fuente torre de destilación, 53,33% operación de destilación, y con 3,33% las opciones recuperación de levaduras y rectificación – destilación.

Es importante señalar que el presente ítem guarda relación con el anterior. Al respecto Perdigón, Soriano, et.al (2005) señala que la vinaza de destilería tiene un impacto negativo sobre el aire pues produce malos olores, y por tanto un efecto negativo sobre la población ubicada a distancias superiores a los 5 Km. de la planta generadora del residuo.

### ***Contaminación de la vinaza***

Al preguntar sobre se considera contaminante la vinaza, los resultados evidenciados en la tabla 14 y figura 11, se ajustan a la realidad, si se parte del principio que la vinaza es una de las salidas ambientales de mayor impacto por su alto contenido de DBO, Nitrógeno y Fosforo, por lo cual se requiere un manejo seguro desde el punto de vista ambiental, ya que de la misma se originan de 10 a 15 litros, por litro de etanol producido, lo que generaría aprox. 700 m<sup>3</sup>/día. (FUNDAUNELLEZ 2008).

Lezcano, P. y Mora, L. (2005) refieren, es el subproducto líquido de la destilación (torre de destilación) del mosto en la fermentación del etanol., una de las salidas ambientales de mayor impacto la vinaza se caracteriza por presentar una Demanda Química de Oxígeno (DQO) entre 60 Y 70 gr/litro, PH alrededor de 4, Fosforo total (Pt) =160, Nitrógeno total (Nt) = 2800 mg/litro, Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)=3500, ya que se producen de 10 a 15 litros por litro de etanol (700.000 lts/día). Las vinazas serán utilizadas como materia prima en la planta de levadura forrajera.

Ambos ítems están relacionados con lo que expresa Perdigón, Soriano, et.al (2005) Entre los resultados obtenidos, se destaca que la vinaza de destilería tiene un impacto negativo sobre el aire pues produce malos olores, y por tanto un efecto negativo sobre la población ubicada a distancias superiores a los 5 Km. de la planta generadora del residuo. En cuanto al grado de contaminación, se considera no controlable y de temporalidad permanente, pues una vez generado el residual produce estos efectos. Igualmente la vinaza tiene una influencia negativa controlable sobre la calidad del agua, ya que se pueden identificar alternativas para minimizar los impactos del residual sobre el agua.

Este aspecto está muy relacionado con el impacto negativo que se ejercería sobre el medio biótico (flora, fauna) y el paisaje, al verterse directamente en el río o embalse. Perdigón et.al (2005), considera que si no se toman en cuenta los parámetros de caracterización, se produciría un alto grado de contaminación en el cuerpo receptor por efecto de eutrofización no controlable, afectaría el equilibrio de la flora y la fauna, así como el paisaje por cambio en el aspecto de su cauce.

Asimismo es importante mencionar que cualquier derrame o vertido de vinaza, a los drenajes o cuerpos de agua provocaría deterioro ambiental a esos ecosistemas

Tabla 14  
La vinaza como contaminante

Opción	Fr.	%
Si	23	76,67
No	7	23,33

Fuente: Márquez, (2012).

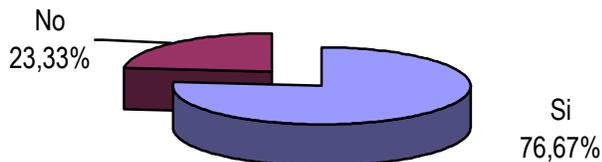


Figura 11. La vinaza como contaminante.  
Elaboracion Propia.

Tal como se observa en la figura 11, referente a si la vinaza es contaminante, el 76,67% de los encuestados seleccionaron la opción Si y el restante 23,33% manifestaron que No.

### ***Fuente de donde proviene el aceite fusel***

Los aceites fusel son generados en la operación de destilación, se incorporan al etanol combustible siempre y cuando no se sobrepasen los límites de calidad establecidos para este producto (FUNDAUNELLEZ 2008). Bajo esta premisa los resultados reflejados en la tabla 15 y figura 12, se ajustan a la realidad, pues todas las fuentes de donde proviene el aceite fusel, están inmersas en el proceso de destilación.

Tabla 15

Fuente de donde proviene el aceite fusel.

Fuente	Frecuencia	%
Torre de destilación	0	--
Operación de destilación	18	60%
Proceso de fermentación y sistema de enfriamiento	0	--
Mantenimiento de equipos	1	3,33%
Rectificación- Destilación	5	16,66%

Fuente: Márquez, (2012).

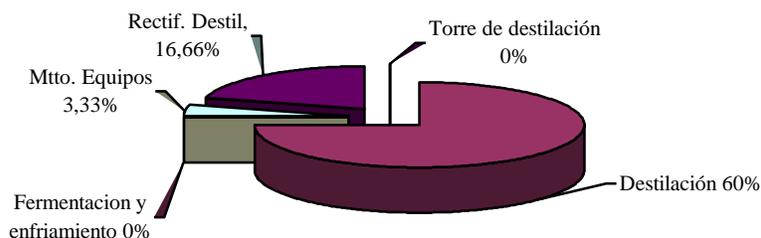


Figura 12. Fuente de donde proviene el aceite fusel.  
Elaboracion Propia.

En la figura 12, se tiene que el mayor porcentaje (60%) se presentó en la fuente, operación de destilación, luego rectificación y destilación (16,66%), mantenimiento de equipos (3,33%), y las opciones torre de destilación y proceso de fermentación y sistema de enfriamiento, no fueron consideradas.

### *Contaminación del aceite fusel.*

En cuanto al considerar contaminante el aceite fusel, los resultados expresados en la tabla 16 y figura 13, indica que se encuentran ajustados a la realidad. En tal sentido, es pertinente mencionar que el aceite fusel, puede ser utilizado siempre y cuando el manejo que se le dé a dicha salida ambiental sea como insumo dentro del mismo proceso (incinerados en las calderas bagaceras), o el excedente comercializado a pequeños ingenios azucareros (se dedican a la producción de panela), producción de pinturas, diluyentes e insecticidas. (FUNDAUNELLEZ 2008). Es de acotar que el aceite fusel, es considerado como un subproducto por el uso que a este se le da en las agroindustrias.

Tabla 16  
El aceite fusel como contaminante

Opción	Fr.	%
Si	7	23,33%
No	23	76,67%

Fuente: Márquez, (2012).

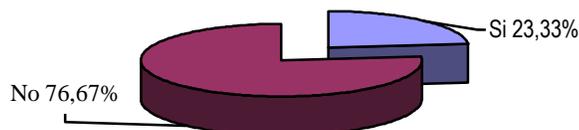


Figura 13. El aceite fusel com o contaminante  
Elaboracion Propia.

Tal como se observa en la figura 13, el 76,67% de los encuestados seleccionaron que el aceite fusel, No es contaminante, sin embargo el restante 23,33% manifestaron que Si, lo que indica un desconocimiento o utilización del aceite fusel dentro de la agroindustria.

### ***Fuente de donde proviene el residual de torula***

Se refleja en la tabla 17 y figura 14, que la mayoría de los encuestados, coinciden en señalar que la principal fuente generadora de residual de torula, es la planta de levadura forrajera torula. Tales resultados se consideran ajustados a la realidad, toda vez que la levadura torula (*Candida utilis*) ha sido producida a partir de vinazas. Asimismo algunos autores consideran al residual de torula como vinaza residual ya que su carga orgánica en términos de DQO, podría reducirse en más de 80% por lo que dicho efluente hasta esta fase es considerado como una salida puntual y una vez utilizado para fertirriego se convierte en no puntual. (FUNDAUNELLEZ 2008).

Tabla 17  
Fuentes del residual de torula.

Fuente	Frecuencia	%
Planta de levadura forrajera torula	28	93,34%
Proceso de separación y lavado (Filtros, Tamices, Tanques, Centrifugas).	2	6,66%
Mantenimiento de maquinarias y vehículos.	0	0%
Sistema de enfriamiento	0	0%

Fuente: Márquez, (2012).

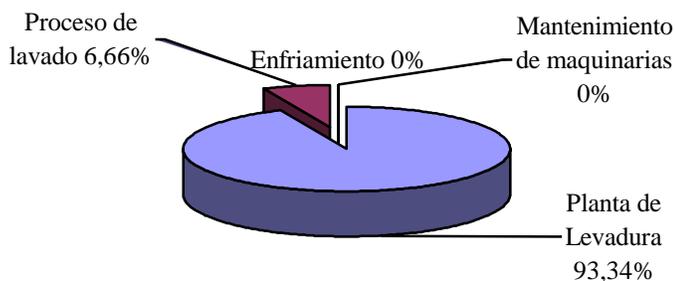


Figura 14. Fuentes del residual de torula.  
Elaboracion Propia.

De la figura 14, se evidencia que el 93,34% de los encuestados señalaron que el residual de torula proviene de la fuente: planta de levadura forrajera torula, y 6,66%, del proceso de separación y lavado (filtros, tamices, tanques y centrifugas), las opciones: mantenimiento de maquinarias y vehículos, y sistema de enfriamiento, no fueron consideradas.

### *Efecto del residual de torula sobre el ambiente*

En relación a si los residuales de torula ocasionan deterioro de la diversidad biológica, se observa en la tabla 18 y figura 15, que tales resultados coinciden con la realidad, por cuanto los residuales de torula ocasionan deterioro de la diversidad biológica motivado al elevado contenido de DBO, Nitrógeno y Fosforo, presentes, que alteran las propiedades químicas y físicas de los componentes ambientales. (FUNDAUNELLEZ 2008).

Pero, todo va a depender de la aplicación de las medidas en su manejo y tratamiento que se le dé, en su almacenamiento dentro del complejo para su uso posterior. Ya que si bien es cierto que dicho efluente es utilizado en fertirriego en la agricultura cañera, y como base proteica para la producción de pienso, el mismo debe ser manejado de acuerdo a las exigencias del suelo.

Tabla 18

Deterioro de la Diversidad biológica ocasionado por residuales de torula.

Opción	Fr.	%
Si	19	63,33%
No	11	36,67%

Fuente: Márquez, (2012).

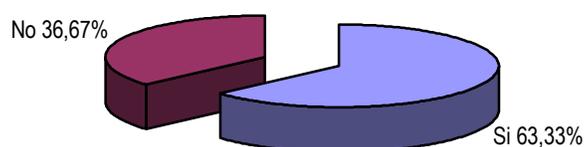


Figura 15. Deterioro de la Diversidad biológica ocasionado por residuales de torula.

Elaboracion Propia.

En la figura 15, se puede apreciar que un 63,33% de los encuestados manifestaron que los residuales de torula SI ocasionan deterioro de la diversidad biológica, el restante 36,67%, señalo que NO.

**Medidas ambientales, su sistema de supervisión y control ambiental para el manejo de los efluentes líquidos.**

### *Medidas preventivas*

En relación a las medidas preventivas para el manejo de efluentes líquidos, se observa en la tabla 19 y figura 16, que los encuestados coinciden en que la medida más conveniente a utilizar para el manejo de efluentes líquidos en el procesamiento de los derivados de caña de azúcar, es el plan de manejo, el cual es “un instrumento técnico, legal y operativo que establece los objetivos y las acciones que deberán seguir las empresas con la finalidad de prevenir y/o minimizar los impactos ambientales generados por el inadecuado manejo de los residuos líquidos. (Márquez, 2012).

Sin embargo, en el caso de no ser factible, es necesario estudiar la posibilidad de aplicar algún dispositivo que minimice en lo posible el efecto negativo que una acción pudiera desencadenar hacia el ambiente. Esto queda sustentado en normativa legal, la cual señala “El Estado implementará planes, mecanismos e instrumentos de control preventivo para evitar ilícitos ambientales”. (Artículo 78 de la Ley Orgánica del Ambiente).

Tabla 19

Medidas preventivas para el manejo de efluentes líquidos.

Medida Preventiva	Frecuencia	%
Utilización de tecnología de punta	17	56,66%
Aplicación de manuales operativos de los sistemas de tratamiento	18	60%
Plan de manejo de efluentes líquidos	22	73,33%
Personal especializado en cada una de las fases del proceso	14	46,66%
Otro (ninguna)	2	6,66%

Fuente: Márquez, (2012).

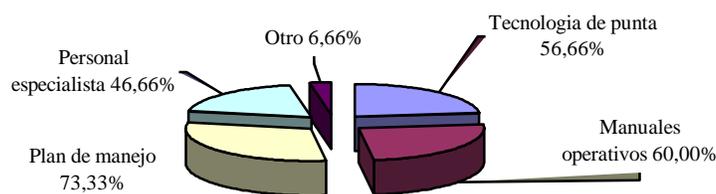


Figura 16. Medidas preventivas para el manejo de efluentes líquidos.

Elaboracion Propia.

En la figura 16, se evidencia que un 73,33% se corresponde con la aplicación de plan de manejo de efluentes líquidos, (60%), manuales operativos de los sistemas de los sistemas de tratamiento, luego con (56,66%) utilización de tecnología de punta, con 46,66% personal especializado en cada una de las fases del proceso. En cuanto a la opción otras, el 6,66% de los encuestados señalaron que no.

### ***Manuales operativos Vs. Fuentes generadoras***

Se define manual operativo como “documento que contiene todos los lineamientos para operar adecuadamente un sistema de tratamiento de efluentes líquidos, el cual consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos, que tienen como fin minimizar los contaminantes presentes” (Márquez, 2012).

En tal sentido, estos resultados son elocuentes, tal como se observa en la tabla 20 y figura 17, cuando los encuestados señalan que los manuales operativos si están ajustados a los estándares de la normativa ambiental y existe correlación con las fuentes generadoras de efluentes líquidos.

Tabla 20

Manuales operativos en relación a los estándares de la normativa ambiental y las fuentes generadoras.

Opción	Fr.	%
Si	18	60
No	12	40

Fuente: Márquez, (2012).

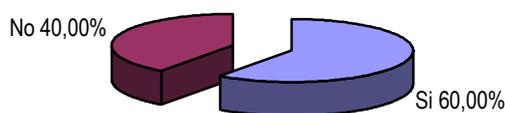


Figura 17. Manuales operativos en relacion a los estandares de la normativa ambiental y las fuentes generadoras.

Elaboración Propia.

La figura 17, refleja que el 60% de los encuestados señalaron que los manuales operativos están ajustados a los estándares de la normativa ambiental y existe correlación con las fuentes generadoras de efluentes líquidos. El restante 40% indico que no, lo que permite inferir la carencia de una adecuada supervisión.

***Medidas correctivas a utilizar para el manejo de efluentes líquidos, en el procesamiento de los derivados de caña de azúcar.***

En relación a la utilización de medidas correctivas para el manejo de efluentes líquidos, se tiene que la mayoría de los encuestados coincidieron en la aplicación de estas. Tal como se evidencia en la tabla 21 y figura 18. Cabe mencionar que las medidas correctivas son “Acciones que se implementan para enmendar los efectos de impactos negativos al ambiente, tienen por finalidad reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado o, en caso de no ser ello posible, restablecer sus propiedades básicas” (Márquez, 2012). Asimismo dentro de estas medidas correctivas se pueden mencionar entre otras, los planes de contingencia, los sistemas de control automatizados y la adecuación de la tecnología en los procesos.

*Plan de contingencia:* es el instrumento donde se diseña la estrategia, se recogen todas las medidas organizativas y técnicas, y se exponen los procedimientos para enfrentarse a la eventualidad de un riesgo o un imprevisto que ponga en peligro la continuidad de la actividad en una organización. (Bridgedworld, 2009)

*Sistemas de control automatizados:* conjunto de componentes que pueden regular su propia conducta o la de otro sistema con el fin de lograr un funcionamiento predeterminado mediante controladores eléctricos o electrónicos que permanentemente captan señales del estado del sistema bajo su control y que al detectar una desviación de los parámetros pre-establecidos del funcionamiento normal del sistema. (Márquez, 2012)

*Adecuación de la tecnología en los procesos:* Son todas aquellas innovaciones tecnológicas que se incorporan en los procesos productivos a fin de minimizar el impacto que se produce en el ambiente, mediante la optimización del uso de energía, reducción de la cantidad de desperdicios y disminución de los costos, entre otros. (Márquez, 2012)

Vistos los resultados se puede apreciar que los mismos se ajustan la realidad, toda vez que los planes de contingencia, la adecuación de tecnología y la aplicación de

normativa legal ambiental vigente en los procesos productivos, se consideran medidas de carácter correctivo.

Tabla 21

Medidas correctivas para el manejo de efluentes líquidos.

<b>Medidas correctivas</b>	Frecuencia	%
Aplicación de normativa legal ambiental vigente	21	70%
Plan de Contingencia	21	70%
Sistemas de control automatizado	6	20%
Adecuación de tecnología en los procesos productivos	21	70%
Otra (Ninguna)	0	0%

Fuente: Márquez, (2012)

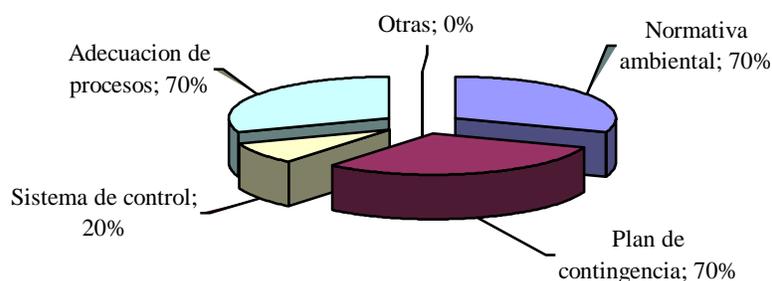


Figura 18. Medidas correctivas para el manejo de efluentes líquidos.  
Elaboración Propia.

En la figura 18, se observa que 70% considera que se puede utilizar la aplicación de normativa legal ambiental vigente, coinciden en la adecuación de tecnología en los procesos productivos y el Plan de contingencia, un 20% indicó que los sistemas de control automatizado, y la opción otra no fue considerada.

### ***Medida correctiva personal especializado.***

En cuanto a contar con personal especializado para aplicar medidas correctivas, ante cualquier contingencia se tiene que “la existencia de personal especializado dentro del Complejo Industrial, puede orientar sobre medidas a ser aplicadas ante la presencia de contingencias, y mayor será la eficiencia en la corrección o control del problema presentado. (FUNDAUNELLEZ, 2008). De igual forma permite: garantizar un mínimo de impacto al ambiente, dar respuesta inmediata a cualquier evento que se pueda generar.

En tal sentido, se observa en la tabla 22 y figura 19, que ante cualquier contingencia, es necesario aplicar medidas correctivas, bajo la supervisión de un personal especializado que permita garantizar la efectividad de la medida tomada, a fin de minimizar, los daños al ambiente

Tabla 22

Aplicación de medidas correctivas por personal especializado.

Opción	Fr.	%
Si	18	60
No	12	40

Fuente: Márquez, (2012).

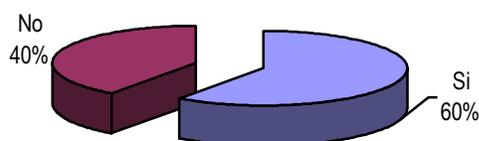


Figura 19. Aplicación de medidas correctivas por personal especializado.

Elaboración Propia.

La figura 19, refleja que el 60% de los encuestados señalaron que se debe contar con personal especializado para aplicar las medidas correctivas, mientras que el restante 40% indicó que No es necesario.

### ***Medidas de control.***

En relación a las medidas de control para el manejo de efluentes líquidos, se tiene que son aquellas acciones y/o actividades que se requieren para eliminar peligros y reducir su ocurrencia hasta un nivel aceptable. En Venezuela la L.O.A., establece en su art. 92 “El Estado, a través de sus órganos competentes, ejercerá el control posterior ambiental, a fin de asegurar el cumplimiento de las normas y condiciones establecidas en los basamentos e instrumentos de control previo ambiental, así como prevenir ilícitos ambientales”.

En tal sentido, se observa en tabla 23 y figura 20, que los encuestados, consideran pertinente la utilización de medidas de control para el manejo de efluentes líquidos provenientes del procesamiento de los derivados de la caña de azúcar.

Tabla 23  
Medidas de control para el manejo de efluentes líquidos.

Medida de control	Frecuencia	
Aplicación de normativa legal ambiental vigente	23	76,66%
Utilización de un programa de seguimiento y monitoreo	21	70%
Aplicación de manuales operativos y sistemas de tratamiento adecuado	15	50%
Plan de manejo de efluentes líquidos	15	50%
Existencia de una herramienta de control en cada fase del proceso	16	53,33%
Tecnología de punta (software)	7	23,33%
Otras (Ninguna)	4	13,33%

Fuente: Márquez, (2012).

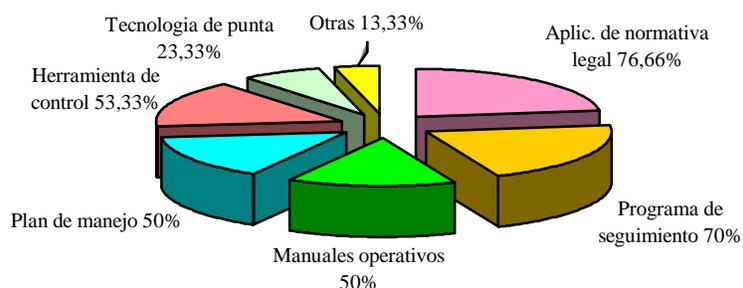


Figura 20: Medidas de Control para el manejo de efluentes líquidos.  
Elaboración propia.

Según lo observado en la figura 20, se evidencia que 76,66% de los encuestados coincidieron en Aplicación de normativa legal ambiental vigente, 70% utilización de un programa de seguimiento y monitoreo, 53,33% la existencia de una herramienta de control en cada fase del proceso, con valores de 50%, la aplicación de manuales operativos y Plan de manejo de efluentes líquidos, con 23,33%, la utilización de tecnología de punta (software), y finalmente la opción otras con 13,33%.

Cabe resaltar que la mayoría de los entrevistados en las agroindustrias visitadas, desconocen que instrumentos de control se utilizan para el manejo de los efluentes líquidos, en cuanto a sistemas de supervisión ambiental, seguimiento y control, plan de contingencia sobre todo en las industrias de procesamiento de caña de azúcar.

### ***Medidas de supervisión y control.***

Se entiende por medidas ambientales de supervisión y control aquellas “Acciones implementadas para asegurar el cumplimiento de correctivos del impacto sobre uno o varios componentes ambientales” (Márquez, 2012). Para Grimaldi y Simonds (2008), son aquellas acciones y/o actividades que se requieren para eliminar peligros y reducir su ocurrencia hasta un nivel aceptable.

Asimismo el Estado, a través de sus órganos competentes, ejercerá el control posterior ambiental, a fin de asegurar el cumplimiento de las normas y condiciones establecidas en los basamentos e instrumentos de control previo ambiental, así como para prevenir ilícitos ambientales (Artículo 92 de la LOA).

En este sentido los encuestados formularon para cada efluente las medidas según su experiencia. Para precisar la información, se agruparon cuando eran similares opiniones. (Tabla 24) y cuando no se podían agrupar, se plasmaron en sus propias ideas.

Tabla 24

Medida de supervisión y control, para el manejo de efluentes líquidos.

Efluente	Medida ambiental de supervisión y control
Vinaza	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Control estricto en su manejo a través de un monitoreo en línea, desde su fuente hasta su disposición final.</li> <li>b) Reutilización como insumo para otros procesos tecnológicos, agro industriales, para la obtención de sub productos comerciales.</li> <li>c) Aplicación de tratamientos químicos de separación y secado de sus elementos.</li> <li>d) Seguimiento y monitoreo</li> </ul>
Aceite fusel, alcoholes de cabeza, flemazas y agua condensada	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Reutilización en el proceso.</li> <li>b) Recuperación con fines comerciales</li> <li>c) Seguimiento y monitoreo.</li> </ul>
Residual de torula	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Aplicación de procesos tecnológicos avanzados para disminuir su carga contaminante.</li> <li>b) Elaboración de un Plan de manejo para la aplicación como fertirriego en los cañaverales de la región.</li> <li>c) Reutilización como fuente de energía, en otros procesos agroindustriales.</li> <li>d) Seguimiento y monitoreo</li> </ul>
Aguas con alto contenido de full-oil, grasas lubricantes y pequeñas cantidades de sacarosa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Construcción de trampa grasa en batería.</li> <li>b) Construcción de planta de tratamiento.</li> <li>c) Construcción de canales con material absorbente o filtros.</li> <li>d) Seguimiento y monitoreo</li> </ul>
Aguas con alto contenido de sólidos inorgánicos y cenizas de los hornos	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Canales provistos de rejillas, mallas, o filtros con material absorbente.</li> <li>b) Depuración mediante sistemas de tratamiento (plantas).</li> <li>c) Construcción de trampas retenedoras de sólidos.</li> <li>d) Seguimiento y monitoreo</li> </ul>

Fuente: Márquez, (2012).

Por tal motivo, las medidas se expresaron tal y como la plantearon los encuestados. Por ello no se precisa de autores que las definan de similar manera, particularmente por ser una pregunta abierta el encuestado tiene libre opinión y por tanto lo expresan de acuerdo a su experiencia y conocimiento.

Cabe resaltar que la mayoría de los encuestados también coincidieron en sus valoraciones que “debe existir un control a través de Seguimiento y Monitoreo en línea desde la fuente hasta su disposición final” (FUNDAUNELLEZ, 2008). Tal apreciación la indican para todos los efluentes líquidos que pueden causar deterioro al ambiente, provenientes del procesamiento de los derivados la caña de azúcar. Asimismo coincide con lo expresado en el ítem 17. Las medidas mencionadas, por los encuestados, se consideran ajustadas a un Plan de manejo adecuado para efluentes líquidos, generados en este tipo de complejos.

#### ***Medida de control plan de vigilancia y control.***

Cabe mencionar que el Plan de vigilancia y control para el manejo de los efluentes líquidos, “es un instrumento técnico legal y operativo que tiene por objeto la aplicación de medidas beneficiosas para el medio natural, socioeconómico y cultural. El mismo se establece como sistema para garantizar el cumplimiento de las medidas de protección y correctivas” (Márquez, 2012). El citado instrumento es importante porque a través de la vigilancia se puede: llevar más control sobre los efluentes, detectar su comportamiento y por ende disminuir cualquier posible riesgo de contaminación, lo cual garantizaría un mayor equilibrio en el proceso de la agroindustria, y dar cumplimiento a la normativa ambiental vigente, entre otras.

En la tabla 25 y figura 21, se evidencia la opinión de los encuestados.

Tabla 25

Elaboración de un Plan de Vigilancia y Control para manejar efluentes líquidos

Opción	Fr.	%
Si	26	86,67
No	4	13,33

Fuente: Márquez, (2012).

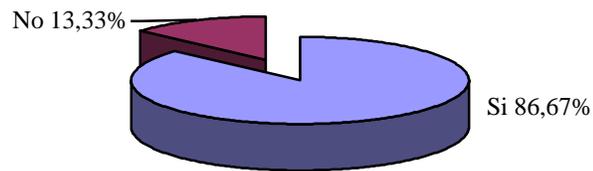


Figura 21: Elaboración de un Plan de Vigilancia y Control para manejar efluentes líquidos.  
Elaboración Propia.

La figura 21, refleja que el 86,67% de los encuestados señalaron que si es pertinente, elaborar un Plan de Vigilancia y Control para el manejo de los efluentes líquidos, pero el restante 13,33% señalo que No.

#### ***Sistema de supervisión y control***

“El sistema de Supervisión y control ambiental comprende dos mecanismos dirigidos a garantizar el cumplimiento de la normativa legal que permita vigilar y controlar todas las acciones que conlleve un proyecto y que las mismas deriven efectos negativos al ambiente, a fin de minimizar los posibles impactos que se generen al ambiente”. (Márquez, 2012).

Al analizar los resultados reflejados en la tabla 26 y figura 22, se consideran importantes pues a través de un adecuado sistema de supervisión y control se pueden realizar actividades tales como: minimizar el impacto ambiental, fiscalización sistemática para evitar el incumplimiento y desviaciones previas a través de centrales automáticas en el empleo de técnicas digitales con información oportuna, mayor control preventivo, que le permita prevenir cualquier anomalía que se pueda presentar en el proceso.

Tabla 26

Aplicación de un sistema de supervisión y control para manejar efluentes líquidos

Opción	Fr.	%
Si	27	90%
No	3	10%

Fuente: Márquez, (2012).

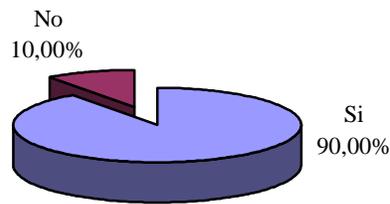


Figura 22. Aplicación de un sistema de supervisión y control para manejar efluentes líquidos.  
Elaboración Propia.

Tal como se evidencia en la figura 22, el 90% de los encuestados manifestaron que se debe aplicar un sistema de supervisión y control acorde para el manejo de los efluentes líquidos, solo un 10% lo considera negativo. Tales resultados coinciden con lo expresado en los ítem 17,18,19,20

#### ***Seguimiento y monitoreo.***

Los programas de seguimiento y monitoreo están orientados a evaluar la eficacia de las medidas de manejo previstas para la atención de los impactos del proyecto y herramientas básicas para determinar de manera oportuna los ajustes que requieran los manejos previstos, acordes con los resultados obtenidos. (Gómez y Lozada, 2009).

Al analizar los resultados reflejados en la tabla 27 y figura 23, se considera importante pues con la aplicación de un Programa de seguimiento y Monitoreo, se obtienen entre algunos beneficios los siguientes: “corregir las posibles afectaciones del medio ambiente, detectar cualquier desviación en el proceso y con ello mejora el desempeño ambiental de estas empresas, un mayor grado de sustentabilidad del proceso productivo a nivel ambiental y de las normas” (Márquez, 2012).

Tabla 27

Elaboración de un programa de seguimiento y monitoreo para manejar efluentes líquidos.

Opción	Fr.	%
Si	28	93
No	02	7

Fuente: Márquez, (2012).

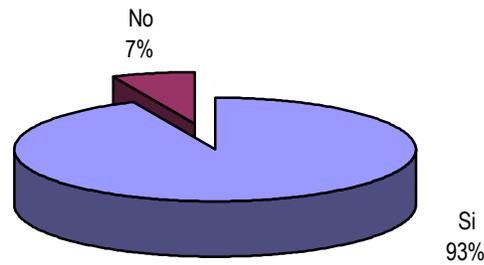


Figura 23. Elaboracion de un programa de seguimiento y monitoreo para manejar efluentes líquidos.  
Elaboración Propia.

La figura 23, refleja que el 93% de los encuestados señalaron que si es pertinente, elaborar un Programa de seguimiento y Monitoreo, pero el restante 7% señalo que No. Tales resultados coinciden con el ítem 18, y por tanto se considera importante la elaboración de un Programa de seguimiento y Monitoreo para el manejo de los efluentes líquidos, el cual debe estar inmerso dentro de un Plan de vigilancia y control ambiental.

### ***Herramientas de control.***

Es importante señalar que una hoja de ruta, consiste “en una herramienta de control interno mediante la cual se lleva los registros del volumen de efluentes generados así como también características e indicadores” (Márquez, 2012). Al analizar los resultados reflejados en la tabla 28 y figura 24, evidencia la importancia de contar con la hoja de ruta, la cual permite: llevar un registro y mejor control para visualizar donde se generan los desechos tanto el liquido como sólido, ayuda a impulsar la corresponsabilidad a nivel operativo, mejora el monitoreo y control del efluente, entre otras.

Tabla 28

Hoja de ruta para el monitoreo del efluente.

Opción	Fr.	%
Si	28	93,33%
No	2	6,67%

Fuente: Márquez, (2012).

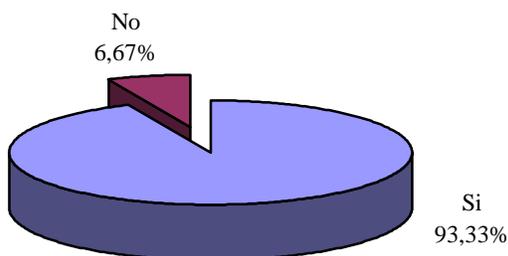


Figura 24. Hoja de ruta para el monitoreo del efluente.  
Elaboración Propia.

Tal como se evidencia en la figura 24, el 93,33 % de los encuestados manifestaron que se debe contar con una hoja de ruta como herramienta para tener mayor monitoreo del efluente o residual que se genera en el procesamiento de los derivados de caña de azúcar, solo un 6,67% lo considera negativo.

### ***Gestión ambiental***

En cuanto a la responsabilidad en el manejo de los efluentes líquidos, se evidencia en la tabla 29 y figura 25, que la gerencia en los Complejos industriales la asume, tal como lo establece la gestión ambiental. Sin embargo es pertinente que los órganos del estado encargados de la supervisión y fiscalización de estas empresas estrechen vínculos a nivel de coordinación a fin de mejorar la calidad de la gestión, toda vez que el manejo de los efluentes líquidos, “es el conjunto de prácticas destinadas a minimizar la concentración de sustancias no deseadas en los residuales líquidos generados en los procesos industriales y de servicios auxiliares, que causan efectos adversos en el ambiente” (Márquez, 2012)

Tabla 29

Responsabilidad en el manejo de los efluentes líquidos

Opción	Fr.	%
Si	20	66,67
No	10	33,33

Fuente: Márquez, (2012).

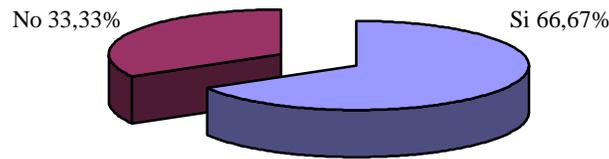


Figura 25. Responsabilidad en el manejo de los efluentes líquidos.  
Elaboración Propia.

La figura 25, refleja que el 66,67% de los encuestados señalaron que en la gestión ambiental se asume la responsabilidad sobre el manejo de los efluentes líquidos, un 33,33% señaló que No, lo que permite inferir que podría ser causado por: desconocimiento sobre el manejo de los efluentes, falta de compromiso por el sector, y carencia de sistemas de gestión acordes a lo establecido según las normas operativas y tecnológicas vigentes en el país, entre otras.

***Estrategias de vigilancia y control para el manejo de los efluentes líquidos (Análisis de la situación actual).***

Se entiende como **estrategia** “al conjunto de acciones planificadas sistemáticamente en el tiempo que se llevan a cabo para lograr un determinado fin” (Gómez y Lozada, 2009). Asimismo (Bandes, 2009) menciona que la estrategia “es un conjunto de alternativas posibles a ser consideradas a la hora de tomar decisiones para llevar a cabo las acciones apropiadas con la finalidad de lograr el o los objetivos propuestos”

En este sentido como resultado del ítem, por ser una pregunta abierta, se analizaron las repuestas individuales y luego se sintetizaron en las siguientes estrategias, las cuales una vez examinadas en su contexto y definidas su responsabilidad, ejecución y materiales y equipos necesarios, podrán ser implementadas.

Entre las estrategias expresadas por los encuestados, se tienen las siguientes.

- Aplicación de un plan de supervisión ambiental adecuado al manejo de efluentes líquidos.

- Implementar la aplicación de los manuales operativos de los sistemas de tratamiento.
- Planificar programas de capacitación para el personal.
- Verificar los sistemas de tratamiento de efluentes líquidos.
- Precisar los puntos de muestreo, acorde con las fuentes que generan los efluentes líquidos.
- Acentuar los sistemas de vigilancia y control por parte de los entes del estado que realizan la supervisión de estas empresas.

Cabe señalar que estas estrategias tienen aspectos relacionados con las Medidas ambientales de supervisión y control, para el manejo de los efluentes líquidos.

*Como alcance a identificar las principales fuentes generadoras de efluentes líquidos que pudiesen afectar el ambiente, observadas en centrales azucareros y destilerías, como industrias que realizan actividades análogas a los complejos agroindustriales de procesamiento de los derivados de la caña de azúcar, se tiene:*

En los centrales azucareros visitados, la mayoría de los operadores de procesos (entrevistados), conocen en que etapas del proceso productivo se generan efluentes líquidos capaces de causar mayor deterioro al ambiente, coinciden los mismos que es en las calderas, recepción y preparación de la caña y molinos, respectivamente.

Se observo que en la fase de procesamiento de la caña de azúcar, los efluentes son recolectados a través de canales internos y descargados a un canal principal abierto con trampa retenedora de sólidos, para luego ser dispuestos o almacenados en una laguna de oxidación.

Se pudo apreciar que los efluentes provenientes de la caldera y preparación de la caña, son descargados al canal principal, lo que permite inferir que se puedan generar riesgos de contaminación al ambiente, por inadecuado manejo de los mismos.

En el caso de las destilerías, en la etapa donde se generan los efluentes líquidos que causan mayor deterioro al ambiente, es en el proceso de destilación, específicamente desde las fuente torre de destilación, tal es el caso de la vinaza.

Los operadores de procesos de los centrales azucareros no reciben capacitación sobre el manejo de los efluentes líquidos y sus efectos al ambiente, lo que constituye un riesgo desde el punto de vista operacional y ambiental.

En las destilerías, se tiene que en una de ellas donde hay mayor capacidad tecnológica, el personal operativo recibe capacitación al haber modificación en los procesos o cuando se adquieren nuevos equipos, mientras que en la otra industria no existe capacitación. Por lo que se hace necesario implementar programas de adiestramiento periódico ajustado a los procesos tecnológicos de avanzada que presente la industria. En este sentido es importante que los funcionarios del Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, también participen a objeto de estrechar vínculos y coordinar acciones que permitan un manejo racional de los efluentes líquidos.

***En relación a las medidas ambientales de supervisión y control en el manejo de los efluentes líquidos, que son aplicadas en centrales azucareros y destilerías, como industrias que realizan actividades análogas a los complejos agroindustriales de procesamiento de los derivados de la caña de azúcar, se tienen:***

Existe un desconocimiento sobre las medidas ambientales de supervisión y control para el manejo de los efluentes líquidos, esto se traduce por la falta de manuales operativos de supervisión, control y operacionales.

Se evidencia fallas de seguimiento y monitoreo en el manejo de los efluentes líquidos, y apego a la normativa ambiental, ya que se aprecian pequeños derrames de aguas aceitosas, inadecuada disposición final del efluente, fallas en la aplicación de la normativa ambiental vigente, por tal motivo se hace necesario la implementación de medidas de supervisión y control con énfasis en desarrollar programas de adiestramiento y extensión ambiental dirigidos los operadores de proceso.

Los operadores de proceso tienen conocimiento en cuanto al proceso que allí se realiza y a las medidas ambientales que se deben aplicar en caso de alguna contingencia.

Se observó durante el recorrido por las instalaciones que en una de las empresas no existe tecnología actualizada ni una supervisión permanente, mientras que en la otra se aprecia utilización de tecnología avanzada, y supervisión periódica, lo que permite un manejo adecuado de los efluentes líquidos.

Los operadores de proceso de los centrales azucareros visitados no cuentan con un manual de procedimiento para el manejo de los efluentes líquidos, esto trae como consecuencia el desconocimiento del personal que labora en dicha área.

En lo que respecta a las destilerías visitadas: una cuenta con el respectivo manual de procedimientos para el manejo de los efluentes líquidos, mientras que la otra carece del citado instrumento, lo que permite inferir que el manejo no sea el más idóneo posible.

La mayoría de los operadores de procesos, expresaron que existe supervisión, pero el control sobre el manejo de los efluentes es deficiente.

Durante el recorrido por las áreas de proceso no se aprecian instrucciones a seguir ante cualquier contingencia, asimismo existen debilidades en cuanto a las funciones del supervisor, esto se ve reflejado a lo largo del sistema de recolección y tratamiento de los efluentes líquidos. (Anexo D)

Las destilerías, ambas mantienen un sistema de supervisión y control para el manejo de los efluentes líquidos, sin embargo se observan debilidades, tales como: fallas en la periodicidad del recorrido de chequeo, y aplicación de la normativa.

No tienen conocimiento si se lleva un control o registro diario de los volúmenes y características de los residuales líquidos generados en el proceso productivo, ni disponen de listas de chequeo (hojas de ruta) de seguimiento y control diario, para tal fin.

No cuentan con herramientas que permitan llevar un monitoreo minucioso del flujo de los efluentes líquidos en sus entradas y salidas lo que se traduce en un control más eficaz en los procesos productivos. Tales como: Elaboración de listas de chequeo, Hojas de ruta, Generación de informes y presentación de resultados, Evaluación del desempeño de la supervisión.

Existe un desconocimiento de los sistemas de tratamiento de los efluentes líquidos generados en el área de procesos de la planta, lo cual conlleva a una mala praxis en los sistemas y por ende se pone en peligro la operatividad de los mismos y riesgos de carácter ambiental o posible contaminación.

Para las destilerías se tiene que en la industria que presenta mayor capacidad tecnológica, los operadores que allí laboran conocen los sistemas de tratamiento, Mientras que la otra solo el nivel supervisor tiene conocimiento de estos sistemas.

Los operadores en su totalidad no cuentan con un plan de contingencia para ser aplicado ante cualquier evento de derrame de efluentes líquidos que se puedan presentar en la planta, sin embargo desconocen si en la gerencia de supervisión existe. Esto permite inferir fallas de coordinación interna.

En cuanto a las industrias de destilerías, el personal del área de proceso cuenta con un Plan de contingencia para el manejo de los efluentes líquidos, pero el mismo no es específico para ese tipo de actividad.

Ninguno tiene conocimiento de la existencia de un Plan de Vigilancia y Control por parte de los supervisores, esto evidencia que existen fallas a nivel de coordinación entre ambos niveles operativos.

Por lo antes expuesto se considera conveniente la elaboración de un Plan de Vigilancia y Control Ambiental para el manejo de los efluentes líquidos, tal como lo establece la normativa legal en el Decreto 1.257, referido a los estudios de impacto ambiental en empresas que realicen actividades capaces de degradar el ambiente.

**En cuanto a establecer estrategias en las que se sustente la Vigilancia y Control para el manejo de los efluentes líquidos a ser generados en el procesamiento de los derivados de la Caña de Azúcar.**

Para la formulación de estrategias es indispensable la utilización de herramientas estadísticas, entre las que se encuentran: Diagrama de Ishikawa aplicado para la toma de decisiones, en este caso, en la formulación de estrategias para el manejo de los efluentes líquidos.

**Situación actual:**

A continuación se expresan varias causas que determinan la situación actual del sistema de manejo de los efluentes líquidos, las mismas provienen del análisis, encuesta y observación directa realizada a las empresas análogas visitadas, para lo cual se listo aquellas que potencialmente pudiesen estar afectando el control de dichos efluentes.

**Causas:**

No existe un programa de Educación Ambiental.

Fallas en la coordinación entre el nivel supervisor el nivel operativo en las agroindustrias.

Desconocimiento por parte del nivel operativo de la existencia de planes y programas para el manejo de los efluentes líquidos.

Deficiente aplicación de la normativa ambiental vigente, por parte de los entes competentes del estado.

Fallas en la supervisión ambiental, vigilancia y control y monitoreo, por parte de la empresa y del Ministerio del ambiente, en el manejo de los efluentes líquidos.

No existe un criterio definido sobre la clasificación de los efluentes líquidos desde la fuente de origen hasta su disposición final.

Desconocimiento del personal operativo de la existencia de manuales de sistemas de tratamiento, planes y programas destinados al manejo de los efluentes líquidos.

Falta de capacitación y profesionalización del personal del área de proceso (nivel operativo).

Deficiente apoyo logístico y presupuestario para ejercer las funciones de vigilancia y control ambiental por parte de los entes competentes del estado.

A tal efecto se elabora el diagrama de Ishikawa con la finalidad de precisar la situación actual del manejo de los efluentes líquidos existente en las agroindustrias procesadoras de caña de azúcar y destilerías. (Figura 26)

## SITUACIÓN ACTUAL

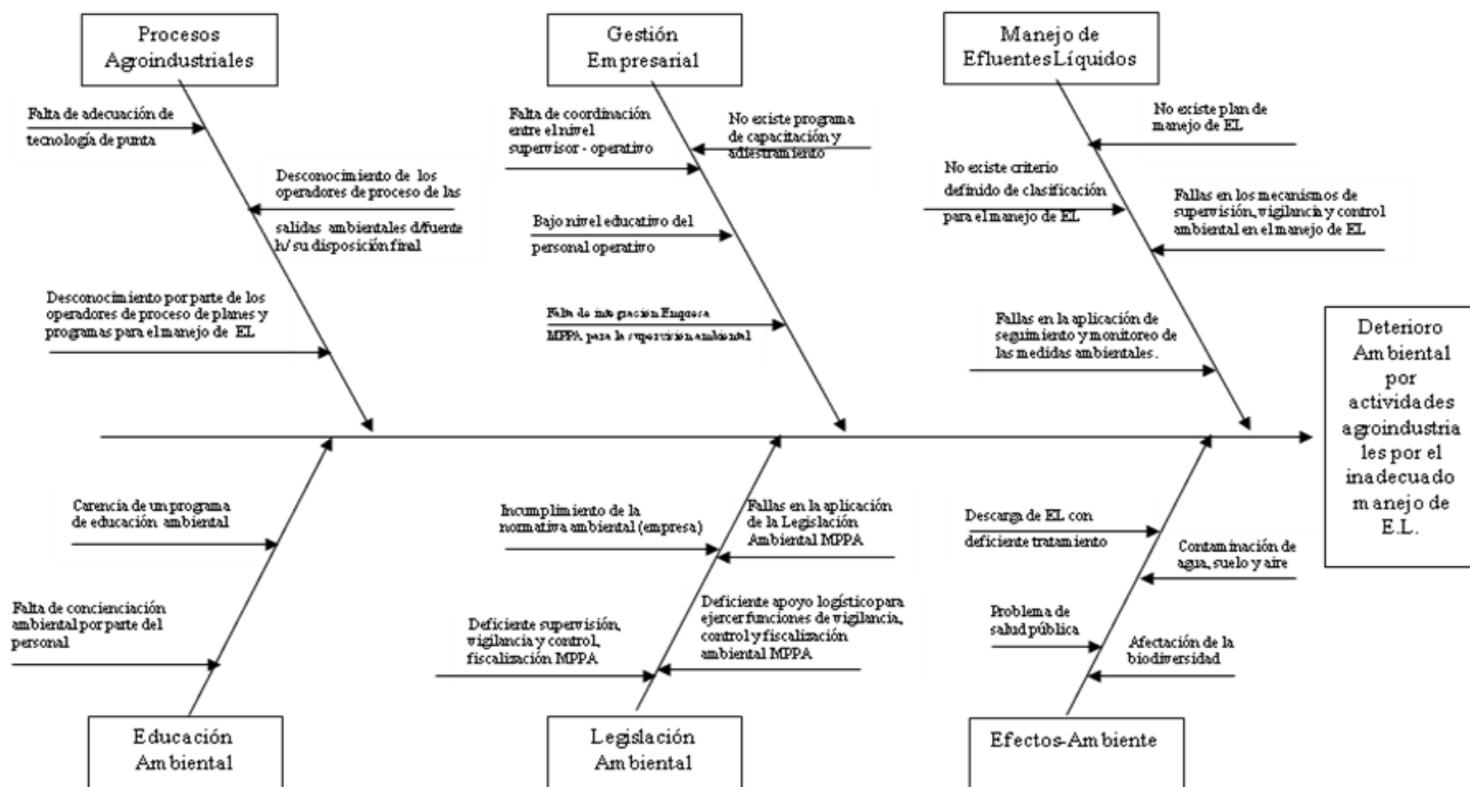


Figura 26. Situación actual referida a los efluentes líquidos en las agroindustrias. Elaboración propia.

En base a la situación actual presente, a continuación se plantea la situación deseable (Figura 27) para un adecuado manejo de los efluentes líquidos en las agroindustrias.

**Situación deseable.**

Personal especializado en el área de procesamiento (nivel operativo) sobre el manejo de efluentes líquidos.

Existencia de un programa de educación ambiental.

Aplicación y conocimiento de la normativa ambiental vigente sobre las actividades que se realizan en el complejo y que son capaces de causar deterioro al ambiente.

Conocimiento del flujograma de recorrido desde la fuente hasta su disposición final de los efluentes líquidos, por parte del personal operativo y las medidas ambientales que se aplican para su control.

Fortalecimiento institucional.

Apoyo financiero y logístico por parte del estado a los entes encargados de la vigilancia y control, supervisión y fiscalización ambiental de estos complejos agroindustriales en materia de manejo de efluentes líquidos.

Incorporar los sistemas de información geográfica (SIG), para fortalecer el proceso productivo y las actividades de vigilancia y control ambiental sobre el manejo de los efluentes líquidos.

#### **4.2. Formulación de estrategias y acciones**

Vistos y analizados los resultados de las encuestas aplicadas al personal experto y operadores de proceso de las agroindustrias que realizan procesos análogos a complejos agroindustriales del procesamiento de los derivados de la caña de azúcar, así como el diagrama de Ishikawka utilizado en la planificación estratégica para la toma de decisiones, en correspondencia con las entrevistas y observación directa realizada en las empresas visitadas. A continuación se describen las estrategias de vigilancia y control para ser aplicadas en el manejo de los efluentes líquidos, generados en el procesamiento de los derivados de caña de azúcar. (Tabla 30)

### SITUACIÓN DE SEABLE

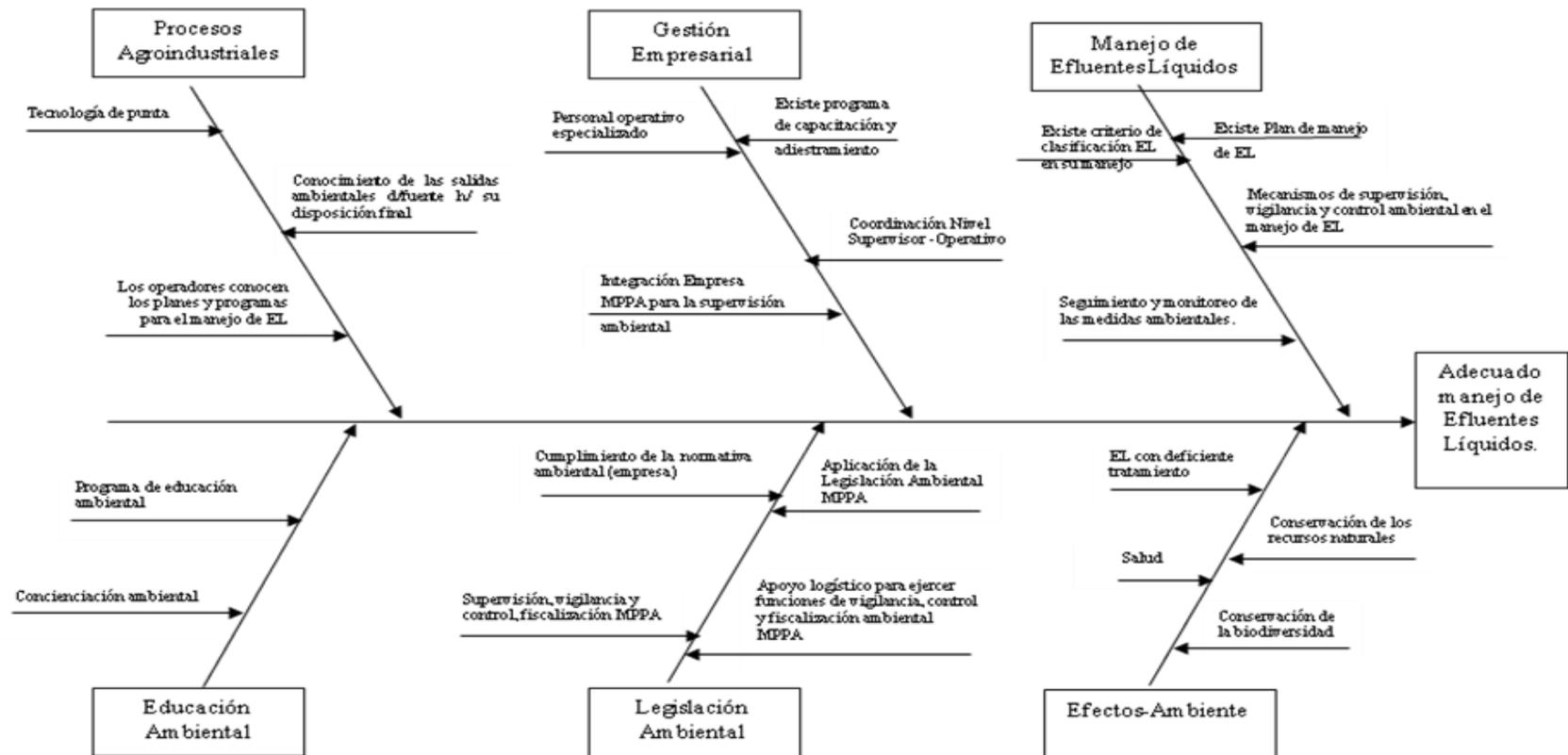


Figura 27: Situación deseable para el manejo de los efluentes líquidos en las agroindustrias. Elaboración propia.

Tabla 30

Estrategias de vigilancia y control para ser aplicadas en el manejo de los efluentes líquidos generados en el procesamiento de los derivados de caña de azúcar.

ESTRATEGIA	Acciones
<p><b>1.- Acentuar las acciones de seguimiento y monitoreo en las fuentes donde se generan los efluentes líquidos: Vinaza, Aceite fusel, alcoholes de cabeza, flemazas y agua condensada, Residual de torula, Aguas con alto contenido de full-oíl, grasas lubricantes y pequeñas cantidades de sacarosa, Aguas con alto contenido de sólidos inorgánicos y cenizas de los hornos, los cuales ocasionan deterioro de la diversidad biológica.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Identificar dentro del área operacional las fuentes generadoras de los efluentes líquidos, a través de señalización y diagramas de flujo, en el que se especifiquen de manera cualitativa y cuantitativa las corrientes de entrada al proceso y salida.</li> <li>➤ Garantizar el constante funcionamiento y buena operatividad del sistema de automatización en el suministro y distribución de gasoil en las calderas, que posee la empresa.</li> <li>➤ Construcción de brocales alrededor de los tanques de alcohol de proceso de alto grado y de melaza.</li> <li>➤ Monitoreo de la fauna acuática de los cuerpos receptores</li> <li>➤ Clasificación de desechos y efluentes líquidos desde la fuente de generación hasta la disposición final, con la finalidad de que exista un aprovechamiento racional de los mismos.</li> <li>➤ Elaboración e implementación del manual para el manejo integral de los materiales y desechos no peligrosos, manejo de los desechos sólidos peligrosos</li> <li>➤ Caracterización de efluentes líquidos industriales y de emisiones atmosféricas</li> <li>➤ Clasificación y recanalización de los efluentes líquidos de la destilería: elaboración del plan de manejo de las descargas</li> <li>➤ Incineración de aceite fusel en calderas</li> <li>➤ Control de las emisiones de CO<sub>2</sub> y de vapores de alcohol de los fermentadores</li> <li>➤ Establecer un cronograma de reuniones periódicas entre el personal operativo por departamentos y/o secciones, con el nivel supervisor a fin de trazar la gestión ambiental a seguir en el Complejo Agro industrial, donde se involucre desde la fuente hasta la disposición final del efluente.</li> </ul>

Cont.

ESTRATEGIA	Acciones
<p><b>2a.- Aplicación de un Plan de supervisión ambiental adecuado al manejo de efluentes líquidos que contenga los programas de vigilancia y control.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Elaborar informes y presentación de resultados referido a modos de operación y eficiencia de cada etapa, generación de descargas; identificación y análisis de las fuentes que generan el efluente líquido por etapas, a partir de la información que ha sido recolectada en el proceso productivo y asentada en las hojas de ruta o de chequeo.</li> <li>➤ Realizar supervisión constante de los canales del fertirriego, deterioro, derrames, y de presentarse eventualidades que afecten a los recursos naturales y a la población, aplicar las medidas correctivas, lo cual deberá ser notificado a este Ministerio.</li> <li>➤ Evaluar la aplicación de las medidas ambientales de acuerdo a lo establecido en los programas de vigilancia, control y seguimiento, por parte del supervisor ambiental de la empresa.</li> <li>➤ Aplicar los manuales operativos con verificación periódica de los sistemas de tratamiento de los efluentes líquidos, por parte del representante del sector agroindustrial.</li> </ul>
<p><b>2b.- Programa de seguimiento y monitoreo, que permita estrechar la coordinación entre la Agroindustria y el Ministerio del Ambiente, como órgano rector de las políticas ambientales en el país.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Dentro del terreno donde se aplicará el fertirriego con la vinaza generada por la planta de torula la empresa deberá demarcar de áreas sometidas a fertirriego y mantener una superficie sin la aplicación de vinaza, como área testigo a fin de realizar comparaciones del comportamiento de la aplicación de dicho efluente líquido. esta superficie, deberá delimitarse y ubicarse en el plano de la agropecuaria, y se deberá presentar un ejemplar a este Ministerio.</li> <li>➤ Realizar análisis físico-químico del suelo en forma periódica presentando anualmente un estudio de suelo de las parcelas bajo fertirriego y de la superficie testigo. Esta evaluación deberá además realizar estudios de micro flora y micro fauna de los mismos a fin de observar su comportamiento.</li> <li>➤ Anualmente se deberá analizar o caracterizar la calidad de las aguas subterráneas y superficiales de los suelos bajo fertirriego, así como del testigo</li> </ul>

Cont.

ESTRATEGIA	Acciones:
<p><b>3a.- Implementar un Plan de vigilancia y Control.</b></p> <p><b>3b.- Programa de seguimiento y monitoreo, estructurado en base al proceso productivo y protocolos en tiempo y espacio real.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Creación de herramientas de control y monitoreo que hagan más expedita las actividades de vigilancia y control por parte de los entes competentes en materia ambiental (MPPA. Guardería Ambiental), con la finalidad de minimizar los ilícitos ambientales.</li> <li>➤ Implementación del manual de normas y procedimientos para la aplicación de la mezcla de agua y vinaza, con la proporción recomendada por el asesor en el fertirriego.</li> <li>➤ Confinamiento de las colas de riego y escorrentía de las áreas regadas con vinaza.</li> <li>➤ Aplicar un programa preventivo del sistema de bombeo de las vinazas</li> </ul>

ESTRATEGIA	Acciones:
<p><b>4.- Incorporar un sistema de información geográfica que fortalezca las actividades de la supervisión y vigilancia de los efluentes líquidos.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Recopilar información básica para levantar el software.</li> <li>➤ Capacitación del personal en materia de información geográfica.</li> <li>➤ Implementación del sistema</li> </ul>

Cont.

ESTRATEGIA	Acciones:
<p><b>5.- Elaborar un Programa de mantenimiento, el cual incluya: mantenimiento rutinario, preventivo, programado, predictivo, correctivo y proactivo, a los fines de controlar posibles derrames o eventos indeseados, que puedan afectar el ambiente laboral y el entorno inmediato</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Chequeo rutinario del funcionamiento de los canales colectores, trampa grasas o sedimentadores del sistema de recolección del efluente líquido, así como un registro de los mismos</li> <li>➤ Recolección con bomba de derrame y disposición en parcelas en dosis adecuada</li> <li>➤ Construcción de brocales alrededor del área de fermentación (tanques de alcohol y melaza)</li> <li>➤ Instalación de canales colectores de aguas de lluvia, evitando la entrada de éstas hacia el tanque de vinazas.</li> <li>➤ Realizar supervisión constante de los sistemas de trasiego, almacenamiento y bombeo de combustible, efectuando su mantenimiento preventivo y oportuno, a fin de evitar el derrame de esta sustancia peligrosa. De ocurrir estas eventualidades, aplicar las medidas correctivas y contingencias que sean necesarias, tanto en el sistema de operación como a los recursos naturales afectados de acuerdo a la normativa establecida</li> <li>➤ Evaluación de la calidad de cuerpos de agua.</li> <li>➤ Llevar un registro programado del manejo del efluente en el taller industrial.</li> <li>➤ Deberá tomarse en cuenta la dirección de los vientos predominantes han a los fines de realizar las orientaciones de aquellas áreas de tratamiento de los efluentes líquidos provenientes del conjunto formado por el Área Industrial (Planta Procesadora de Caña, Destilería y Planta de Torula) y las áreas inducidas y anexas, garantizándose los requerimientos higiénico-sanitarios y riesgos de incendio de acuerdo a las normativas COVENIN</li> </ul>

Cont.

ESTRATEGIA	Acciones:
<p><b>6.- Establecer un programa de capacitación y adiestramiento para el personal operativo a nivel ambiental, con énfasis en el conocimiento de las normas vigentes para el manejo de efluentes líquidos, con el MPPPA.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Programar talleres empresa y MPPPA sobre actualización de conocimientos en la materia ambiental sobre efluentes líquidos, legislación ambiental y demás tópicos inherentes a las actividades que se desarrollan en el complejo a fin de mantener al personal actualizado.</li> <li>➤ Promover recorridos por las instalaciones del complejo (diferentes áreas de procesamiento), en coordinación con el MPPPA, que ayuden a fortalecer criterios técnicos entre ambas en aras de lograr una mayor sustentabilidad del procesamiento de los derivados de la caña de azúcar y por ende minimizar los impactos al ambiente</li> </ul>
ESTRATEGIA	Acciones:
<p><b>7.- Elaborar un programa de educación ambiental cónsono con este tipo de actividades degradantes del ambiente, a fin de lograr la interacción hombre ambiente en pro de un manejo sustentable de los recursos.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Realizar campañas de información y divulgación sobre el manejo de los efluentes líquidos y sus efectos al ambiente, donde se promuevan valores actitudes individuales y colectivas de todos los trabajadores del complejo agroindustrial con énfasis en el nivel operativo</li> <li>➤ Realizar micros educativos alusivos a la conservación del ambiente relacionado con los impactos que un mal manejo de los efluentes líquidos provocarían al ambiente, estos serian transmitidos en los comedores, áreas de descanso de los trabajadores.</li> <li>➤ Ambientar con afiches, carteles alusivos al manejo de los efluentes líquidos, en aquellas áreas donde están ubicadas las fuentes y a lo largo del flujograma de recorrido en el sistema de tratamiento de los mismos.</li> <li>➤ Colocar incentivos al mes de acuerdo al mejor equipo de trabajo de vigilancia y control, según sus reportes o concienciación ambiental en sus lugares o sitios de trabajo.</li> </ul>

Elaboración propia. (Márquez, 2012).

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES.

Una vez analizados los ítems del instrumento, aplicado a supervisores vinculados al proceso productivo de agroindustria análogas a estos complejos industriales en otras regiones del país; funcionarios expertos adscritos a los programas de Calidad Ambiental, Vigilancia y Control del MPPA, PDVSA-Agrícola, ALBA, se emiten las siguientes conclusiones vinculadas a los objetivos específicos

La mayoría de los expertos y operadores de procesos productivos coinciden en señalar que las fuentes: Calderas, Destilación, Taller Industrial, y Preparación de la caña y molinos, generan efluentes líquidos capaces de producir impactos al ambiente, y por ende deterioro progresivo de los recursos naturales (aguas y suelos). Asimismo consideran que el efluente líquido agua con alto contenido de sólidos inorgánicos, cenizas, fuel oil, grasas, lubricantes y pequeñas cantidades de sacarosa, es generado en la fuente caldera.

El mantenimiento de las calderas se realiza anualmente (al finalizar la zafra) lo cual se considera ajustado a la realidad, toda vez que el proceso de molienda de la caña debe efectuarse en forma continua e ininterrumpida.

La principal fuente generadora de aguas aceitosas con alto contenido de grasa, provienen del taller industrial, por cuanto es el área en el cual se realizan actividades de lavado de equipos y maquinarias, engrase y cambios de aceite, entre otras. Estas se consideran altamente contaminantes.

El mantenimiento de maquinarias y equipos es realizado trimestralmente, sin embargo se debe acotar que algunos equipos o maquinarias ameritan un mantenimiento semestral o anual (en el caso de maquinaria pesada), aun cuando en determinado momento puede presentarse una contingencia en cualquiera de los equipos.

De la fuente torre de destilación, se produce la vinaza, la cual es una de las salidas ambientales de mayor impacto por su alto contenido de DBO, Nitrógeno y Fósforo, por tal motivo se requiere un manejo seguro desde el punto de vista ambiental, ya que de la misma se originan de 10 a 15 litros, por litro de etanol producido, lo que generaría aproximadamente 700 m<sup>3</sup>/día.

En la fuente operación de destilación se generan los aceites fusel, los cuales se incorporan al etanol combustible (siempre y cuando no excedan los límites de calidad establecidos), o como insumo dentro del mismo proceso, (incinerados en las calderas bagaceras). Es de acotar que el excedente puede ser comercializado a pequeños ingenios azucareros y otras industrias dedicadas a la producción de pinturas, diluentes e insecticidas.

La totalidad de los encuestados coinciden en que la fuente planta de levadura forrajera de torula genera el efluente líquido residual de torula, el cual ocasiona deterioro de la diversidad biológica. Cabe señalar, la bibliografía consultada refleja que tal acción, altera las propiedades químicas y físicas de los componentes ambientales, esto debido al contenido de DBO, Nitrógeno y Fosforo, presentes,

Los expertos encuestados coinciden en que la medida preventiva más conveniente a utilizar para el manejo de efluentes líquidos en el procesamiento de los derivados de caña de azúcar, es un Plan de manejo. Cabe mencionar, este es un instrumento técnico, legal y operativo que establece los objetivos y las acciones a seguir en las empresas con la finalidad de prevenir y/o minimizar los impactos ambientales generados por el inadecuado manejo de los residuos líquidos.

Los manuales utilizados como medidas ambientales están ajustados a los estándares de la normativa ambiental y existe correlación con las fuentes generadoras de efluentes líquidos, sin embargo, un 40% de los encuestados consideran que no existe correlación, lo cual permite inferir la carencia de una supervisión desde la fuente que genera el efluente hasta la disposición final del mismo.

Entre las medidas ambientales correctivas que se pueden aplicar para el manejo de los efluentes líquidos en el procesamiento de los derivados de caña de azúcar se encuentran los Planes de contingencia, la adecuación de tecnología y la aplicación de

normativa legal ambiental vigente, instrumentos de carácter correctivo que permiten enmendar los impactos negativos al ambiente

De acuerdo a los resultados obtenidos, las medidas de control que se pueden aplicar para el manejo de los efluentes líquidos en el procesamiento de los derivados de caña de azúcar son: aplicación de la normativa ambiental vigente, programas de seguimiento y monitoreo, existencia de herramientas de control para cada fase del proceso, aplicación de manuales operativos, sistemas de tratamiento adecuado, y Plan de manejo de efluentes líquidos.

La mayoría de los encuestados también coincidieron en sus apreciaciones que debe existir un control a través de seguimiento y monitoreo en línea desde la fuente hasta su disposición final. Tal apreciación la indican para todos los efluentes líquidos que pueden causar deterioro al ambiente, provenientes del procesamiento de los derivados la caña de azúcar.

Dentro de los sistemas de supervisión y control, los expertos encuestados concuerdan en que se hace necesario la aplicación de programas de seguimiento y monitoreo, así como herramientas de control (hoja de ruta) que faciliten el registro de indicadores o parámetros sobre el manejo de los efluentes líquidos a fin de corregir las posibles desviaciones en el proceso productivo y que pudiesen causar afectación al medio ambiente, lo que permitiría mejorar la gestión ambiental en dichos complejos.

## **5.2 RECOMENDACIONES.**

A continuación se emiten las siguientes recomendaciones, las cuales deberán ser consideradas por los gerentes del complejo agroindustrial Dr. Antonio Nicolás Briceño, propuesto por PDVSA-Agrícola en el municipio Candelaria del estado Trujillo.

Establecer un mayor seguimiento y monitoreo en forma ininterrumpida en la fuente caldera (por ser la que genera efluentes líquidos que deterioran los recursos naturales).

Elaborar instructivos o manuales operativos que faciliten la identificación de las diferentes fuentes del proceso productivo y el manejo de los efluentes líquidos, así como una mayor coordinación entre el nivel supervisorio y el operativo en cuanto a los lineamientos a seguir.

Estrechar la coordinación entre ambos niveles (supervisores y personal operativo) a fin de que el personal que labora en el proceso productivo conozca los procedimientos insertos en los instructivos o manuales operativos.

En el complejo industrial debe existir personal especializado, a los fines de que los mismos orienten sobre medidas a ser aplicadas ante la presencia de contingencias, lo que permitiría eficiencia en la corrección o control del problema presentado, y por ende minimizar el impacto al ambiente.

Implementar Plan de supervisión y control ambiental sustentado en programas de vigilancia, seguimiento y monitoreo, a los fines de minimizar los impactos y lograr una fiscalización sistemática, para evitar el incumplimiento de la normativa.

Promover una mayor coordinación entre los representantes del Ministerio Popular para el Ambiente y los de la Empresa, con la finalidad de que las actividades de supervisión y control, se realicen dentro del marco de la normativa legal vigente, y por ende alcanzar una gestión ambiental compartida.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Aguilar, 2007. Bioetanol de la caña de azúcar Universidad Veracruzana facultad de ciencias biológicas y agropecuarias, Córdoba, Veracruz, México
- Anzil, M. 2007. Biocombustible. [Documento en línea]. Disponible en: <http://www.Zonaeconomicacombustible.com7> [consulta: Marzo 15, 2012].
- Araujo 2007 La adopción de un sistema de gestión ambiental en empresa productora de etanol, Mérida, Venezuela
- Arias, F. 2004. El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología Científica. Editorial Episteme. Caracas, Venezuela. Pp.28, 31, 67, 73.
- Asamblea Nacional Constituyente. 2000 Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. Gaceta Oficial N° 5.453 (Extraordinario). Caracas, marzo, 24
- Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela. 2001. Ley sobre Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos. Gaceta Oficial N° 5.554 (Extraordinaria). Caracas, noviembre, 13.
- Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela. 2006. Ley Orgánica del Ambiente. Gaceta Oficial N° 58.333 (Extraordinario). Caracas, diciembre, 22
- Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela. 2007. Ley de Aguas. Gaceta Oficial N° 38.595. Caracas, enero, 2
- Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela. 2012. Ley Penal del Ambiente. Gaceta Oficial N° 393.125 (Extraordinario). Caracas, mayo, 22
- Baudes, T 2009 Gestión Ambiental para el desarrollo sustentable, jornadas planificación y gestión ambiental. UNEVEZ, Vicerrectorado de producción agrícola Guanare, portuguesa. Venezuela
- Bohlander, G. y Scott, S. 2008. Administración de Recursos Humanos. Thomson Editores S.A. México.
- Canter, L. 1997. Manual de evaluaciones de impacto ambiental. 2da. Edición Madrid, España. Cap. 18. Pp 773 – 791.
- Cárdenas, J. 2007. Potencial del cultivo de la caña de azúcar en argentina como fuente de Biotenol, estación experimental agroindustrial obispo Colombres, Argentina.

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). Disponible en [311801 tubo www.tecnologiaslimpias.org/html/central/.../311801 tubo.htm](http://www.tecnologiaslimpias.org/html/central/.../311801_tubo.htm). [Consulta: Noviembre 25, 2012].

Chidiak y Murmis 2003 Gestión Ambiental en la Agroindustria: Competitividad y Sustentabilidad; Estudio 1.EG.33.4; Préstamo BID 925/OC-AR. Pre II. Coordinación del Estudio: Oficina de la CEPAL-ONU en Bs As, a solicitud de la Secretaría de Política Económica, Ministerio de Economía de la Nación.

Chidiak y Murmis. 2003. Componente: Gestión Ambiental en la Agroindustria, Competitividad y Sustentabilidad. [Documento en línea]. En: [www.cepal.org/argentina/noticias/paginas/3/.../Informe334D.pdf](http://www.cepal.org/argentina/noticias/paginas/3/.../Informe334D.pdf). [Consulta: Marzo 30, 2012].

Cornejo, J. 2008 [Documento en línea]. En <http://web.usach.cl/ima/hazard-w.htm>, [Consulta: Noviembre 25, 2012].

Definiciones ABC-RED 2010 [Documento en línea]. Disponible en <http://www.definicionesabc.com/general/vigilancia.Php>. [Consulta: Marzo 15, 2012].

De la Mora M., 2006. Metodología de la investigación. Desarrollo de la inteligencia. Quinta Edición. Thomson. México.

Duran-Noyola-Poggi-Zedillo 2004 Uso del Agua y la Energía en Ingenios Azucareros alcoholeros. Proyecto de investigación UNAM. IPN. INPA. México.

FUNDAUNELLEZ VPA. PDVSA Agrícola S.A. 2008. Estudio de Impacto Ambiental y Socio-cultural del Proyecto: Construcción del Complejo Agroindustrial para el Procesamiento de los Derivados de la Caña de Azúcar, Municipio Bolívar –Estado Trujillo. Mimeo.

FONDONORMA Norma venezolana COVENIN 1649:1996. Chimeneas y Ductos. Determinación de la ubicación y número mínimo de puntos de muestreo.

FONDONORMA Norma venezolana COVENIN 2060:1996. Determinación de la concentración de las partículas totales suspendidas en la atmósfera.

FONDONORMA Norma venezolana COVENIN 1831:1998. Chimeneas y Ductos. Determinación de humedad de los gases.

FONDONORMA Norma venezolana COVENIN 2635:89. Partículas sedimentables en la atmósfera. Determinación de la concentración.

Germain Lefèvre Anne. 2010. Un Vistazo a los Biocombustibles en Centroamérica. Diez Preguntas Básicas (San Salvador: Funde)

- Golder Associates proyecto de Desarrollo Territorial de la SUBDERE, Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo del gobierno de Chile.
- Gómez D. 2002. Evaluación de Impacto Ambiental. Un instrumento preventivo para la gestión ambiental eds 2da. Madrid, España.
- Gómez, J. Lozada, P. 2009. Sistema de monitoreo y evaluaciones, proyecto facilitación de financiamiento para negocios basados en la Biodiversidad y apoyo a actividades de desarrollo de mercados en la región andina. Bogotá D.C.
- Guía Ambiental para Proyectos de Saneamiento Básico, 2004, pagina 48 SUBDERE.
- Hernández, H., Fernández, S. y Baptista, L. 2006. Metodología de la Investigación.: Editorial Mc GrawHill. Interamericana. Cuarta 1Edición México. p.25, 238,350
- Ingenieros Consultores LTD, 2001. Plan de manejo ambiental. [Documento en línea].En [www.tcbuen.com.co/wp-content/PLAN MANEJOAMBIENTAL.pdf](http://www.tcbuen.com.co/wp-content/PLAN%20MANEJOAMBIENTAL.pdf).
- Lezcano, P. y Mora, L. 2005. Las vinazas de destilería de alcohol, contaminación ambiental o tratamiento para evitarlo. VIII Encuentro de Nutrición y Producción de Animales Monogástricos. Instituto de Ciencia Animal. Cuba.
- Mateos, F. (2001). Sistema automatizados (PLG'S), ingeniera de sistemas y automática, Universidad de Oviedo, Austria, España
- Méndez, E. 2005 Planificación y Gestión Ambiental para el Desarrollo Sostenible Edición 3a. Universidad de los Andes. Centro Interamericano de Aguas y Tierras, Mérida, Venezuela.
- Mesa, O. y González, P. 2000. La agroindustria de la caña de azúcar en un marco de Desarrollo Sostenible. Instituto Cubano Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. 15 pp.
- Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. 2003. Resolución N° 40, mediante el cual Se dictan los requisitos para el registro y autorización de manejadores de sustancias, materiales y desechos peligrosos. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 37.700. Caracas, mayo, 29.
- Ministerio del Medio Ambiente. Sector Azucarero Colombiano y Asocaña. 2000. Guía Ambiental para el subsector de la caña de azúcar. Colombia
- Ministerio del Poder Popular para el Ambiente 2003. Plan Nacional de Vigilancia y Control. Caracas, Venezuela.

- Olivares, E (1987). Tratamiento de aguas residuales, Universidad de Manizales. Maestría en desarrollo sostenible Medio ambiente Modelo V. Manejo integrado del agua Actividad colaborativa ensayo tratamiento de aguas residuales pág. 1 a la 30 Manizales Colombia.
- PDVSA Agrícola S.A, FUNDAUNELLEZ VPA. (2008). Estudio de Impacto Ambiental y Socio-cultural del Proyecto: Construcción del Complejo Agroindustrial para el Procesamiento de los Derivados de la Caña de Azúcar, Municipio Bolívar –Estado Trujillo. Doc. En revisión.
- Perdigón-Soriano-Obregón-Curbelo. 2005 Las vinazas de los jugos de caña energética más miel final y su impacto sobre el medio ambiente en la destilería Paraíso de la Provincia de Santi Spíritus. Observatorio de la Economía Latinoamericana. Proyecto de investigación .Universidad de Málaga. Cuba
- Quintero, D. 2007. Investigaciones sobre el manejo de las vinazas aplicadas al suelo. Centro de investigaciones de la caña de Colombia (cenicaña). Colombia.20 p .
- Quivera, Y 2004 Pensamiento estratégica y competitivo; la estrategia competitiva. Universidad Yacambu, Barquisimeto, Venezuela pg. 37
- Ramírez, T. 2007. Como hacer un Proyecto de Investigación .Editorial Panapo. Caracas Venezuela
- Rodríguez, C y Enrié, 2007. Estrategia medio ambiental y creación del valor en: estrategia del siglo XXI. Artículos fundamentales. Harbad Deusto. Barcelona España
- Rodríguez, L. 2009. Sistemas automatizados. [Documento en línea]. Disponible en: <http://www.slideshare.net/7RodriguezLuciana/sistemas-automatizados>.
- Sandia, L. 2004. Las Evaluaciones de impacto Ambiental como instrumento de gestión Ambiental. Centro Interamericano de Aguas y Tierras, Universidad de los Andes, Mérida.
- Sandoval, B. 2007. Estudio de Factibilidad para la Instalación de una Planta Procesadora de Biofertilizantes en la Azucarera Pío Tamayo C.A., Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto, Venezuela. Pp
- Sierra Bravo, R. 1999. Técnicas de investigación social. Séptima edición. Madrid: Editorial Paraninfo.
- Silva, A. 2008. Metodología de la Investigación: Elementos Básicos. Ediciones CO-BO. Venezuela. p. 116

- Sirtori s/f. Tratamiento de efluentes líquidos y procesos industriales. Un enfoque integrado e Innovar. UCP UTN FREE [sirtori@arnet.com.ar](mailto:sirtori@arnet.com.ar)
- Sírtori, Norberto Rubén, 2007. Fuente: Revista Conexiones de la Universidad de la Cuenca del Plata.
- Soucre, J. (1989). Manual de procedimientos del programa de control de contaminación atmosférica, parte I. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Aragua, Venezuela.
- Stracuzzi, y Pestana, 2010. Metodología de la investigación cuantitativa. eds 2da. FEDUPEL. Caracas, Venezuela. Pp 110
- Tamayo, M. 2006. El Proceso de la Investigación, eds 3ª Limusa Noriega Editores.
- UPEL 2003. Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales. FEDUPEL. Caracas, Venezuela.
- Vázquez H y Dacosta O. 2007 Fermentación alcohólica: Una opción para la producción de energía renovable a partir de desechos agrícolas. Ingeniería, investigación y tecnología Vol. VI NUMERO 004. Universidad Nacional Autónoma de México Distrito Federal, México Pg. 249-259
- Venezuela 1992 Decreto N° 2.216. Normas para el manejo de los desechos sólidos de origen doméstico, comercial, industrial o de cualquier otra naturaleza que no sean peligrosos. Gaceta Oficial N° 4.418 Extraordinario. Caracas, abril 27
- Venezuela 1995 Decreto N° 638 Normas sobre calidad del aire y control de la contaminación atmosférica. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 4.899 Caracas, octubre 11.
- Venezuela 1995 Decreto N° 883: Normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 36.395. Caracas, octubre 11.
- Venezuela 1996 Decreto N° 1.257 Normas sobre Evaluación Ambiental de Actividades Susceptibles de Degradar el Ambiente. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 35.946. Caracas, abril 25.
- Vigorito, R. 1978. Criterios metodológicos para el estudio de complejos industriales. Instituto Latinoamericano de Estudios Transnacionales. [Documento en línea]. En. [www.femica.org/mochila/Saneamiento/Guia\\_ambiental.pdf](http://www.femica.org/mochila/Saneamiento/Guia_ambiental.pdf)

**ANEXO A**  
Instrumentos Versión Preliminar

**REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS**  
**OCCIDENTALES “EZEQUIEL ZAMORA”**  
**VICERRECTORADO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**  
**COORDINACIÓN DE POSTGRADO.**  
**POSTGRADO: PLANIFICACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES**

Guanare, \_\_\_\_ mayo del 2012

Estimado Experto Validador

---

Me dirijo a usted en la oportunidad de solicitar su valiosa colaboración para la revisión del siguiente instrumento, diseñado para recabar información a los fines de realizar la investigación titulada “ESTRATEGIAS DE VIGILANCIA Y CONTROL AMBIENTAL PARA EL MANEJO DE EFLUENTES LÍQUIDOS DEL PROCESAMIENTO DE DERIVADOS DE CAÑA DE AZÚCAR” la cual está siendo desarrollada por el Ingeniero Antonio Márquez, C.I. V-5.768.377, como requisito final para obtener el título de MSc. en Planificación de los Recursos Naturales.

La validación deberá realizarla basándose en los siguientes aspectos: Pertinencia variable indicador, Relación ítem objetivo, Congruencia y Redacción de los ítems.

Anexo se le entrega.

Cuadro Operacionalización de variables.

Cuestionario.

Tabla de validación.

Finalmente le expreso mi agradecimiento, por su opinión como experto en la materia.

Atentamente

---

Ing. Antonio Márquez

### TABLA DE VALIDACION

**INSTRUCCIONES:** Por favor, colocar en la casilla respectiva de cada ítems la numeración correspondiente de acuerdo a los criterios señalados.

#### CRITERIOS

(1) Dejar

(2) Modificar

(3) Eliminar.

Ítems	Pertinencia Variable Indicador	Relación Ítems- objetivo	Congruencia	Redacción	Observaciones
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					

**REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS**  
**OCCIDENTALES “EZEQUIEL ZAMORA”**  
**VICERRECTORADO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**  
**COORDINACIÓN DE POSTGRADO.**  
**POSTGRADO DE PLANIFICACIÓN DE LOS RECURSOS**  
**NATURALES**

Instrumento a ser aplicado a personal experto en análisis de procesos de los derivados de la Caña de Azúcar, en Complejos Agroindustriales.

El presente cuestionario pretende obtener información de calidad y confiable respecto a la elaboración de estrategias de vigilancia y control ambiental para el manejo de los efluentes a ser generados en el procesamiento de los derivados de la caña de azúcar, en el Complejo Agroindustrial Dr. Antonio Nicolás Briceño, propuesto por PDVSA-Agrícola en el municipio Candelaria del estado Trujillo.

En tal sentido la información recopilada será utilizada únicamente y exclusivamente para desarrollar los objetivos que conforman la presente investigación por lo que se garantiza la confidencialidad del mismo y sus fuentes.

A continuación se presentan una serie de preguntas, las cuales deberá leer con atención y luego proceder a contestarlas con la mayor objetividad y sinceridad posible.

1.- De las siguientes fuentes ¿Cuáles generan efluentes líquidos capaces de degradar el ambiente?

**Fuente**

Preparación de la caña y molinos	_____
Calderas	_____
Taller industrial	_____
Torre de destilación.	_____
Operación y Rectificación de destilación	_____
Planta de Torula	_____
Mantenimiento de maquinarias y Vehículos.	_____
Otra (Indicar)_____	_____

2.- Los efluentes líquidos (aguas con alto contenido de fuel oil, grasas lubricantes y pequeñas cantidades de sacarosa), provienen de:

**Fuente**

Preparación de la caña y molinos	_____
Calderas	_____
Taller industrial	_____
Laboratorio	_____
Otro (Indicar)_____	_____

3.- Los efluentes líquidos (aguas con alto contenido de sólidos inorgánico y cenizas), provienen de

**Fuente**

Preparación de la caña y molinos \_\_\_\_\_  
 Calderas \_\_\_\_\_  
 Taller industrial \_\_\_\_\_  
 Laboratorio \_\_\_\_\_  
 Otro (Indicar) \_\_\_\_\_

4.- Con qué frecuencia se le realiza mantenimiento a las calderas?

**Frecuencia**

Diario \_\_\_\_\_  
 Mensual \_\_\_\_\_  
 Trimestral \_\_\_\_\_  
 Otro (señalar) \_\_\_\_\_

5.- Los efluentes líquidos (aguas aceitosas con alto contenido de grasa), provienen de

**Fuente**

Planta de tratamiento para agua de procesos \_\_\_\_\_  
 Limpieza de equipos \_\_\_\_\_  
 Taller industrial \_\_\_\_\_  
 Laboratorio \_\_\_\_\_  
 Otro (Indicar) \_\_\_\_\_

6.- Cada cuanto tiempo se realiza el mantenimiento de maquinarias y equipos, lavado de piso en los talleres industriales

**Frecuencia**

	Maquinarias y equipos	Lavado de pisos
Diario	_____	_____
Semanal	_____	_____
Mensual	_____	_____
Trimestral	_____	_____
Otro (señalar) _____	_____	_____

7.- La vinaza (se producen de 12 a 15 litros por litro de alcohol (7000 – 10500 m<sup>3</sup>/ día). De cual(es) de las siguientes fuentes proviene.

**Fuente**

Torre de destilación. \_\_\_\_\_  
 Operación de destilación \_\_\_\_\_  
 Recuperación de levaduras \_\_\_\_\_  
 Destilación \_\_\_\_\_  
 Rectificación –Destilación \_\_\_\_\_

8.-Según su conocimiento y experiencia considera usted altamente contaminante la vinaza.

Si \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

De ser afirmativa su respuesta indique por que \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

9.- El aceite fusel efluente que se genera de 1 a 5 litros por cada 1000 litros de etanol producido. De cual(es) de las siguientes fuentes proviene.

**Fuente**

Torre de destilación. \_\_\_\_\_

Operación de destilación \_\_\_\_\_

Proceso de fermentación y Sistema de enfriamiento \_\_\_\_\_

Mantenimiento de equipos \_\_\_\_\_

Rectificación –Destilación \_\_\_\_\_

10.-Según su conocimiento y experiencia considera usted altamente contaminante el aceite fusel.

Si \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

De ser afirmativa su respuesta indique por que \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

11.- De cual(es) de las siguientes fuentes proviene el residual de torula

**Fuente**

Planta de levadura forrajera torula \_\_\_\_\_

Proceso de separación y Lavado (Filtros, Tamices, Tanques, Centrifugas). \_\_\_\_\_

Mantenimiento de maquinarias y Vehículos. \_\_\_\_\_

Sistema de Enfriamiento \_\_\_\_\_

12.- Los residuales de torula por su composición química provocan deterioro de la diversidad biológica existente en el entorno del complejo agroindustrial?.

Si \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

De ser afirmativa su respuesta de que fase operativa del proceso productivo proviene?. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

13.- De las siguientes medidas preventivas ¿Cuál(es) se utilizan en el procesamiento de los derivados de caña de azúcar

**Medida preventiva**

- Utilización de tecnología de punta \_\_\_\_\_
- Aplicación de manuales operativos en el complejo \_\_\_\_\_
- Aplicación de manuales operativos de los sistemas de tratamiento \_\_\_\_\_
- Plan de manejo de efluentes líquidos \_\_\_\_\_
- Personal especializado en cada una de las fases del proceso. \_\_\_\_\_

14.- Los manuales operativos, están ajustados a los estándares de la normativa ambiental vigente, y existe correlación con las fuentes generadoras de efluentes líquidos.

Si \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

Justifique su respuesta \_\_\_\_\_

---

15.- De las siguientes medidas correctivas ¿Cuál(es) se utilizan en el procesamiento de los derivados de caña de azúcar.

**Medida correctiva**

- Aplicación de normativa legal ambiental vigente \_\_\_\_\_
- Plan de contingencia \_\_\_\_\_
- Sistemas de control automatizado \_\_\_\_\_
- Adecuación de tecnología en los procesos productivos \_\_\_\_\_

16.-De acuerdo a su experiencia considera que ante cualquier contingencia o evento, se debe contar con personal especializado dentro del Complejo Agroindustrial para aplicar las medidas correctivas que el caso amerite.

Si \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

Justifique su respuesta \_\_\_\_\_

---

17.- De las siguientes medidas de control ¿Cuál(es) se utilizan en el procesamiento de los derivados de caña de azúcar.

**Medida de control**

- Aplicación de normativa legal ambiental vigente \_\_\_\_\_
- Utilización de un programa de seguimientos y monitoreo \_\_\_\_\_
- Aplicación de manuales operativos y sistemas de tratamiento adecuado \_\_\_\_\_
- Plan de manejo de efluentes líquidos \_\_\_\_\_
- Existencia de una herramienta de control en cada fase del proceso. \_\_\_\_\_
- Tecnología de punta (Software) \_\_\_\_\_

18.- Según su conocimiento. ¿Qué medidas ambientales de supervisión y control recomendaría usted para el manejo de los efluentes líquidos provenientes, del procesamiento de la caña de azúcar?

Efluentes	Medida Ambiental de supervisión y Control
Vinaza	
Aceite fusel, alcoholes de cabeza, flemazas y agua condensada	
Residual de torula	
Aguas con alto contenido de full-oil, grasas lubricantes y pequeñas cantidades de sacarosa.	
Aguas con alto contenido de sólidos inorgánicos y cenizas de los hornos	

19- De acuerdo a su experiencia, es pertinente elaborar un Plan de Vigilancia y Control para el manejo de los efluentes líquidos.

Si \_\_\_\_\_  
No \_\_\_\_\_

20.- En su opinión, considera usted que en el complejo agroindustrial se debe aplicar un Sistema de supervisión y control, acorde para el manejo de los efluentes líquidos.

Si \_\_\_\_\_  
No \_\_\_\_\_

Justifique su respuesta: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

21.- De acuerdo a su experiencia, es pertinente elaborar un Programa de Seguimiento y Monitoreo para el manejo de los efluentes líquidos?

Si \_\_\_\_\_  
No \_\_\_\_\_

De ser afirmativa su respuesta indique porque \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

22.-Considera que se debe contar con una hoja de ruta como herramienta para tener mayor monitoreo del efluente o residual que se está generando en el procesamiento de los derivados de caña de azúcar.

Si \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

23.- Según su experiencia ¿Considera usted, que en la gestión ambiental que se lleva a cabo en los Complejos agroindustriales, se asume la responsabilidad sobre el manejo de los efluentes líquidos que degradan el ambiente?

Si \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

Justifique su respuesta: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

24.- De acuerdo a su experiencia ¿Que estrategias de vigilancia y control, se pueden aplicar para el manejo de los efluentes líquidos.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS**  
**OCCIDENTALES “EZEQUIEL ZAMORA”**  
**VICERRECTORADO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**  
**COORDINACIÓN DE POSTGRADO.**  
**POSTGRADO DE PLANIFICACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES**

Instrumento a ser aplicado a personal operativo (analista de procesos) de los derivados de la Caña de Azúcar, en Complejos Agroindustriales.

Con el presente instrumento se desea obtener información confiable respecto a la elaboración de estrategias de vigilancia y control ambiental para el manejo de los efluentes a ser generados en el procesamiento de los derivados de la Caña de Azúcar, en el Complejo Agroindustrial Dr. Antonio Nicolás Briceño, propuesto por PDVSA-Agrícola en el municipio Candelaria del estado Trujillo.

En tal sentido la información recopilada será utilizada únicamente y exclusivamente para desarrollar los objetivos que conforman la presente investigación

**Entrevista al operador de procesos**

- 1.- En que etapa del proceso productivo, se generan los efluente líquidos que causan mayor deterioro al ambiente?
- 2.- Que medidas ambientales de supervisión y control en el manejo de los efluentes líquidos, se aplican en la planta
- 3.- Para el cumplimiento de sus actividades en la planta, se cuenta con un manual de procedimientos para el manejo de los efluentes líquidos.
- 4.- Se aplica un sistema de supervisión y control para el manejo de los efluentes líquidos, en la planta.
- 5.- En su área de trabajo, recibe periódicamente capacitación, sobre el manejo de los efluentes líquidos
- 6.- Cuenta con listas de chequeo (Hojas de ruta) de seguimiento y control diario, para el registro de volúmenes y características de cada residual
- 7.- Conoce los sistemas de tratamiento de los efluentes líquidos que se generan en el área de proceso de la planta.
- 8.- Para el cumplimiento de sus actividades en la planta, cuenta con un Plan de contingencia para el manejo de los efluentes líquidos, a los efectos de solventar cualquier evento inesperado.
- 9.- Tiene conocimiento de que el personal supervisor cuenta con un Plan de vigilancia y control ambiental para el manejo de los efluentes líquidos.

Muchas Gracias

**ANEXO B**  
Constancia de Validación

**REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS**  
**OCCIDENTALES “EZEQUIEL ZAMORA”**  
**VICERRECTORADO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**  
**COORDINACIÓN DE POSTGRADO.**  
**POSTGRADO DE PLANIFICACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES**

**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN**

Quién suscribe \_\_\_\_\_ titular de la cédula de identidad N° \_\_\_\_\_, de profesión \_\_\_\_\_ Magíster en \_\_\_\_\_, hace constar por medio de la presente, que luego de leer, analizar e interpretar el instrumento de recolección de información elaborado para dar cumplimiento a los objetivos de la investigación titulada: “ESTRATEGIAS DE VIGILANCIA Y CONTROL AMBIENTAL PARA EL MANEJO DE EFLUENTES LÍQUIDOS DEL PROCESAMIENTO DE DERIVADOS DE CAÑA DE AZÚCAR” realizada por el Ingeniero Antonio José Márquez Briceño, titular de la cédula de identidad No. V 5.768.377, considero que el mismo reúne las condiciones necesarias en cuanto a: pertinencia variable-indicador, relación ítems-objetivo, congruencia, y redacción, de los ítems con relación a los objetivos y las variables de estudio.

En consecuencia, el referido instrumento es válido para los fines previamente establecidos.

Constancia que se expide en la ciudad de \_\_\_\_\_, a los \_\_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ del año \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
C.I. N° \_\_\_\_\_

Actividades desempeñadas en el área de investigación.

---



---



---



---

**ANEXO C**  
Instrumento Versión Definitiva

**REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS**  
**OCCIDENTALES “EZEQUIEL ZAMORA”**  
**VICERRECTORADO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**  
**COORDINACIÓN DE POSTGRADO.**  
**POSTGRADO: PLANIFICACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES**

Guanare, \_\_\_\_ mayo del 2012

Estimado Experto:

---

El siguiente cuestionario tiene por finalidad conocer su opinión en cuanto al manejo de los efluentes líquidos, con la finalidad de realizar la investigación titulada “ESTRATEGIAS DE VIGILANCIA Y CONTROL AMBIENTAL PARA EL MANEJO DE EFLUENTES LÍQUIDOS DEL PROCESAMIENTO DE DERIVADOS DE CAÑA DE AZÚCAR” la misma se realiza como requisito final para obtener el título de MSc. en Planificación de los Recursos Naturales.

En este sentido y por tener relevancia para la investigación se agradece su sinceridad en las respuestas, ya que de esto depende el éxito del estudio, toda vez que es absolutamente académica, por tanto, los datos que suministre son confidenciales y tendrán valor a los fines de la presente investigación.

Agradeciendo altamente la contribución que pueda aportar para la investigación, se despide de usted.

Atentamente

---

Ing. Antonio Márquez

**REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS**  
**OCCIDENTALES “EZEQUIEL ZAMORA”**  
**VICERRECTORADO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**  
**COORDINACIÓN DE POSTGRADO.**  
**POSTGRADO DE PLANIFICACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES**

Instrumento a ser aplicado a personal experto en análisis de procesos de los derivados de la Caña de Azúcar, en Complejos Agroindustriales.

El presente cuestionario pretende obtener información de calidad y confiable respecto a la elaboración de estrategias de vigilancia y control ambiental para el manejo de los efluentes a ser generados en el procesamiento de los derivados de la Caña de Azúcar, en el Complejo Agroindustrial Dr. Antonio Nicolás Briceño, propuesto por PDVSA-Agrícola en el municipio Candelaria del estado Trujillo.

En tal sentido la información recopilada será utilizada únicamente y exclusivamente para desarrollar los objetivos que conforman la presente investigación por lo que se garantiza la confidencialidad del mismo y sus fuentes.

A continuación se presentan una serie de preguntas, las cuales deberá leer con atención y luego proceder a contestarlas con la mayor objetividad y sinceridad posible.

1.- De las siguientes fuentes ¿Cuáles generan efluentes líquidos capaces de degradar el ambiente?

**Fuente**

Preparación de la caña y molinos	_____
Calderas	_____
Taller industrial (mantenimiento de maquinarias y equipos)	_____
Destilación (operación, rectificación y torre de destilación)	_____
Planta de Torula	_____
Otra (Indicar) _____	_____

2.- Los efluentes líquidos (aguas con alto contenido de fuel oil, grasas lubricantes y pequeñas cantidades de sacarosa), provienen de:

**Fuente**

Preparación de la caña y molinos	_____
Calderas	_____
Taller industrial	_____
Laboratorio	_____
Otra (Indicar) _____	_____

3.- Los efluentes líquidos (aguas con alto contenido de sólidos inorgánico y cenizas), provienen de

**Fuente**

Preparación de la caña y molinos	_____
Calderas	_____
Taller industrial	_____
Laboratorio	_____
Otra (indicar)_____	_____

4.- Con qué frecuencia se le realiza mantenimiento a las calderas?

**Frecuencia**

Diario	_____
Mensual	_____
Trimestral	_____
Otra (señalar)_____	_____

5.- Los efluentes líquidos (aguas aceitosas con alto contenido de grasa), provienen de

**Fuente**

Planta de tratamiento para agua de procesos	_____
Limpieza de equipos	_____
Taller industrial	_____
Laboratorio	_____
Otra (Indicar)_____	_____

6.- Cada cuanto tiempo se realiza el mantenimiento de maquinarias y equipos, lavado de piso en los talleres industriales.

**Frecuencia**

	Maquinarias y equipos	Lavado de pisos
Diario	_____	_____
Semanal	_____	_____
Mensual	_____	_____
Trimestral	_____	_____
Otro (señalar)_____	_____	_____

7.- La vinaza (se genera de 12 a 15 litros, por litro de alcohol producida. De cual(es) de las siguientes fuentes proviene.

**Fuente**

Torre de destilación.	_____
Operación de destilación	_____
Recuperación de levaduras	_____
Rectificación –Destilación	_____

8.-Según su conocimiento y experiencia considera usted altamente contaminante la vinaza.

Si \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

Justifique su respuesta \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

9.- El aceite fusel efluente que se genera de 1 a 5 litros por cada 1000 litros de etanol producido. De cual(es) de las siguientes fuentes proviene.

**Fuente**

Torre de destilación. \_\_\_\_\_

Operación de destilación \_\_\_\_\_

Proceso de fermentación y Sistema de enfriamiento \_\_\_\_\_

Mantenimiento de equipos \_\_\_\_\_

Rectificación –Destilación \_\_\_\_\_

10.-Según su conocimiento y experiencia considera usted altamente contaminante el aceite fusel.

Si \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

Justifique su respuesta \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

11.- De cual(es) de las siguientes fuentes proviene el residual de torula

**Fuente**

Planta de levadura forrajera torula \_\_\_\_\_

Proceso de separación y lavado (Filtros, Tamices, Tanques, Centrifugas). \_\_\_\_\_

Mantenimiento de maquinarias y vehículos. \_\_\_\_\_

Sistema de Enfriamiento. \_\_\_\_\_

12.- Los residuales de torula ocasionan deterioro de la diversidad biológica existente en el entorno del complejo agroindustrial propuesto por PDVSA-Agrícola.

Si \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

De ser afirmativa su respuesta de que fase operativa del proceso productivo proviene?. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

13.- De las siguientes medidas preventivas ¿Cual(es) se pueden utilizar para el manejo de efluentes líquidos, en el procesamiento de los derivados de caña de azúcar

**Medida preventiva**

Utilización de tecnología de punta \_\_\_\_\_  
 Aplicación de manuales operativos de los sistemas de tratamiento \_\_\_\_\_  
 Plan de manejo de efluentes líquidos \_\_\_\_\_  
 Personal especializado en cada una de las fases del proceso. \_\_\_\_\_  
 Otros (Indique)\_\_\_\_\_

14.- Los manuales operativos, están ajustados a los estándares de la normativa ambiental vigente, y existe correlación con las fuentes generadoras de efluentes líquidos.

Si \_\_\_\_\_  
 No \_\_\_\_\_

Justifique su respuesta\_\_\_\_\_

15.- De las siguientes medidas correctivas ¿Cuál(es) se pueden utilizar para el manejo de efluentes líquidos, en el procesamiento de los derivados de caña de azúcar.

**Medida correctiva**

Aplicación de normativa legal ambiental vigente \_\_\_\_\_  
 Plan de contingencia \_\_\_\_\_  
 Sistemas de control automatizado \_\_\_\_\_  
 Adecuación de tecnología en los procesos productivos \_\_\_\_\_  
 Otra (Indique)\_\_\_\_\_

16.-De acuerdo a su experiencia considera que ante cualquier contingencia o evento, se debe contar con personal especializado dentro del Complejo Agroindustrial para aplicar las medidas correctivas que el caso amerite.

Si \_\_\_\_\_  
 No \_\_\_\_\_

Justifique su respuesta\_\_\_\_\_

17.- De las siguientes medidas de control ¿Cuál(es) se pueden utilizar para el manejo de efluentes líquidos, en el procesamiento de los derivados de caña de azúcar.

**Medida de control**

Aplicación de normativa legal ambiental vigente \_\_\_\_\_  
 Utilización de un programa de seguimiento y monitoreo \_\_\_\_\_  
 Aplicación de manuales operativos y sistemas de tratamiento adecuado \_\_\_\_\_  
 Plan de manejo de efluentes líquidos \_\_\_\_\_  
 Existencia de una herramienta de control en cada fase del proceso \_\_\_\_\_  
 Tecnología de punta (Software) \_\_\_\_\_  
 Otra (Indique)\_\_\_\_\_

18.- Según su conocimiento. ¿Qué medidas ambientales, de supervisión y control, recomendaría usted, para el manejo de los efluentes líquidos

Efluentes	Medida Ambiental
Vinaza	
Aceite fusel, alcoholes de cabeza, flemazas y agua condensada	
Residual de torula	
Aguas con alto contenido de full-oil, grasas lubricantes y pequeñas cantidades de sacarosa.	
Aguas con alto contenido de sólidos inorgánicos y cenizas de los hornos	

19- De acuerdo a su experiencia, es pertinente elaborar un Plan de Vigilancia y Control para el manejo de los efluentes líquidos.

Si \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

Justifique su respuesta: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

20.- En su opinión, considera usted que en el complejo agroindustrial se debe aplicar un Sistema de supervisión y control, acorde para el manejo de los efluentes líquidos.

Si \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

Justifique su respuesta: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

21.-De acuerdo a su experiencia, es pertinente elaborar un Programa de Seguimiento y Monitoreo para el manejo de los efluentes líquidos?

Si \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

Justifique su respuesta: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

22.-Considera que se debe contar con una hoja de ruta como herramienta para tener mayor monitoreo del efluente o residual que se está generando en el procesamiento de los derivados de caña de azúcar.

Si \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

Justifique su respuesta: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

23.- Según su experiencia ¿Considera usted, que en la gestión ambiental que se lleva a cabo en los Complejos agroindustriales, se asume la responsabilidad sobre el manejo de los efluentes líquidos que degradan el ambiente?

Si \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

Justifique su respuesta: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

24.- De acuerdo a su experiencia ¿Que estrategias de vigilancia y control, se pueden aplicar para el manejo de los efluentes líquidos.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**ANEXO D**  
Anexo Fotográfico



Vista de planta procesadora de caña de azúcar con laboratorio anexo.



Vista del canal y compuerta que transporta los efluentes líquidos hacia las lagunas



Tanquilla interna receptora de efluentes



Vista del canal y sedimentador.



Planta de Destilería y Área interna de procesos



Planta de Levadura Forrajera (Torula) y Área interna de proceso.