

T-UES  
1304  
E643a  
2001  
Ej. 1



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÓNICAS**  
**DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES Y MEDIO**  
**AMBIENTE**



**EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA**  
**PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE BIOGAS CON**  
**ESTIÉRCOL BOVINO, LAS DELICIAS, SUCHITOTO,**  
**CUSCATLÁN**

**POR:**

**LUIS ARMANDO GONZÁLEZ MORALES**  
**JOSÉ FERNANDO CONTRERAS PINTO**  
**LUIS ALONSO FLORES PINEDA**

**REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:**  
**INGENIERO AGRÓNOMO**

**SAN SALVADOR, JUNIO DEL 2001.**



5088

*Recibido 29/08/2001*

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTORA:**

**Dra. MARÍA ISABEL RODRÍGUEZ**

**SECRETARIO GENERAL**

**Lic. LIDIA MARGARITA MUÑOZ**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

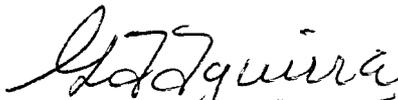
**Ing. Agr. M. Sc. FRANCISCO LARA ASCENCIO**

**DECANO**

**Ing. Agr. JORGE ALBERTO ULLOA ERROA**

**SECRETARIO**

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES  
Y MEDIO AMBIENTE**



**Ing. Agr. GLADIS HAYDÉE AGUIRRE VIGIL**

**ASESOR:**

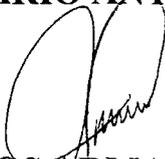


**Ing. Agr. M. Sc. RODRIGO ALFREDO MONTES MIRANDA.**

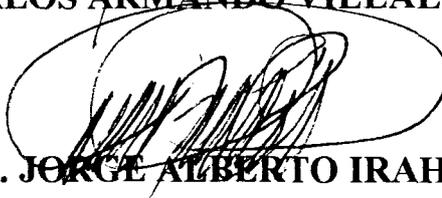
**JURADO EXAMINADOR:**



**Ing. Agr. M. Sc. MARIO ANTONIO ORELLANA NUÑEZ**



**Ing. Agr. M. Sc. CARLOS ARMANDO VILLALTA RODRÍGUEZ**



**Ing. Agr. JORGE ALBERTO IRAHETA**

## **RESUMEN**

La presente investigación se realizó en la Comunidad Las Delicias, ubicado en Cantón del mismo nombre, Jurisdicción de Suchitoto, Departamento de Cuscatlán.

El estudio se desarrolló durante seis meses comprendidos desde el 15 de Diciembre de 1999 al 1 de junio de 2000.

El objetivo fue realizar un Estudio de Impacto Ambiental de la producción y utilización de biogas, para lo cual, se identificaron los indicadores ambientales de la zona en estudio, se determinaron las acciones del proyecto que afectan el entorno y se determinaron las condiciones en que se encuentra la flora, fauna, suelo e hidrología de la zona en estudio.

Se utilizo "EL MÉTODO DELPHI" con el fin de obtener la información necesaria y poder aplicar y analizar esta a través de "LA MATRIZ AMBIENTAL DE LEOPOLD" Este proceso se hizo a través de relacionar las columnas en donde están ubicadas las acciones del proyecto distribuidas en tres fases, con las filas en donde están ubicadas los indicadores ambientales obtenidos de la comunidad, además de analizar y discutir los resultados se trabajo en plantear un plan de monitoreo ambiental con la función básica de restablecer un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones, medidas protectoras y correctoras contenidas en el estudio de impacto ambiental del proyecto de cocinas biogas.

## AGRADECIMIENTOS

- ◆ **A los pobladores de La Comunidad Las Delicias, Suchitoto:**  
Por permitirnos realizar nuestra investigación en su comunidad.
  
- ◆ **Al Comité de Reconstrucción y Desarrollo Económico Social de Comunidades de Suchitoto – CRC- :**  
Por darnos la oportunidad de haber trabajado con miembros de su institución y poder llevar a cabo este trabajo.
  
- ◆ **A nuestro Asesor:**  
Ing. Agr. M.Sc. Rodrigo Alfredo Montes Miranda, por su valiosa colaboración en la elaboración del presente documento.
  
- ◆ **Al jurado calificador:**  
Por sus observaciones hechas, con el fin de mejorar el contenido de esta investigación.
  
- ◆ **A los Docentes de la Facultad de Ciencias Agronómicas:**  
Por darnos sus conocimientos desinteresadamente a lo largo de nuestra formación académica.
  
- ◆ A todas las personas que nos brindaron su colaboración de una u otra forma, para que se llevara a cabo nuestro trabajo de graduación.
  
- ◆ **A la Universidad de El Salvador:**  
Por habernos proporcionado nuestra formación académica.  
El grupo

## DEDICATORIA

- ◆ **A DIOS:**  
Por cuidar los pasos en mi camino.
- ◆ **A MIS PADRES:**  
María Esperanza Morales de González y Alfredo González Bernabé, por su incondicional amor, apoyo, confianza y paciencia a lo largo de todos estos años.
- ◆ **A MIS HERMANOS:**  
Marta Vilma, José Alfredo y Rolando Ernesto; por su apoyo, comprensión y paciencia en buenos y difíciles momentos.
- ◆ **A MI ESPOSA:**  
Paz Consuelo Mejía de González; por su firme amor, apoyo y comprensión en momentos difíciles y buenos a mi lado.
- ◆ **A MIS HIJOS:**  
Diana Guadalupe, Luis Arturo y Roberto Carlos; son el motivo de mi superación.
- ◆ **A TODOS MIS SOBRINOS:**  
Roberto José, Fátima María, Mauricio José, Sara Alexandra, Melisa María.
- ◆ **A MIS HERMANOS Y COMPAÑEROS DE LUCHA:**  
Que contribuyeron a modificar el proceso histórico con su sacrificio, especialmente los que brindaron su vida en este proceso.
- ◆ **A MIS COMPAÑEROS DE TESIS:**  
José Fernando Contreras Pinto y Luis Alonso Flores Pineda por darme su amistad y la oportunidad de trabajar en grupo.
- ◆ **A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS:**  
Por compartir alegrías y dificultades en la formación de una carrera en la que se puede aportar mucho en el campo.

Luis Armando González Morales

## DEDICATORIA

- ◆ **A DIOS TODO PODEROSO Y A LA VIRGEN MARÍA**, por haberme iluminado y permitido llegar a coronar mi carrera.
- ◆ **A MIS PADRES**, Salvador y Bertha Alicia por haber forjado en mis buenos principios y su apoyo incondicional en todo momento.
- ◆ **A MIS HERMANOS Y HERMANAS**, por su ayuda y apoyo moral.
- ◆ **AGRADECIMIENTOS DE MANERA ESPECIAL:** A mis compañeros de tesis: Luis Alonso y Luis Armando.
- ◆ **A MI ASESOR DE TESIS:** Ing. Agr. M. Sc. Rodrigo Alfredo Montes Miranda por direccionar mi trabajo de investigación de la mejor manera posible.
- ◆ **A LOS DOCENTES:** Por su enseñanza técnica y científica brindada desinteresadamente, contribuyendo con ello a la formación de nuevos profesionales.
- ◆ **A MIS PARIENTES, AMIGOS** y todos aquellas personas que de una u otra manera me dio su apoyo, para la culminación de mi carrera.

**JOSÉ FERNANDO CONTRERAS PINTO**

## **DEDICATORIA**

- **A DIOS TODO PODEROSO:**

Por permitirme terminar un objetivo tan importante como es mi carrera

- **A MIS PADRES:**

Roberto Pineda y Valentina de Jesús Flores por inculcar buenos principios morales

- **A MIS HERMANOS:**

Yanira, Vilma y Roberto; por su apoyo, comprensión y cariño en todo momento

- **A MIS TIAS:**

Maria; Gloria y Elena por animarme a seguir adelante

- **A MIS PRIMOS:**

Nuria, Lupe, Paty, Edwin, Chema, Mauris, Roberto; por todo su cariño

- **A MIS COMPAÑEROS DE TESIS:**

Luis Armando González M. y José Fernando Contreras Pinto; por darme la oportunidad de trabajar con ellos.

- **A TODOS MIS AMIGOS:**

Que me ayudaron e impulsaron a seguir adelante

**Luis Alonso Flores Pineda**

## INDICE

CONTENIDO	Pág. N°.
RESUMEN.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
DEDICATORIA.....	vi
ÍNDICE DE CUADROS.....	xv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
2.1 Generalidades de la zona en estudio .....	3
2.1.1 Ubicación .....	3
2.1.2 Extensión .....	3
2.1.3 Limites .....	3
2.1.4 Fisiografía .....	3
2.1.5 Hidrología .....	4
2.1.6 Clima .....	5
2.1.7 Población y vivienda .....	5
2.1.8 Vías de acceso .....	6
2.2 Situación ambiental .....	6
2.2.1 Bosque y Biodiversidad.....	6
2.2.2 Flora.....	7
2.2.3 Fauna.....	8
2.2.4 Aire.....	8

2.3	Potencialidades económicas del Municipio .....	8
2.3.1	Agrícola – Ganadera .....	8
2.3.2	Industrial .....	9
2.3.3	Pesca .....	9
2.3.4	Turístico Cultural .....	9
2.4	Cocinas Biogas.....	10
2.4.1	Concepto.....	10
2.4.2	Diseños de Cocinas Biogas.....	10
2.4.2.1	Diseño de cúpula fija.....	10
2.4.2.2	Cocina con deposito flotante.....	11
2.4.2.3	Cocina con gasómetro de caucho.....	11
2.4.3	Formación de Biogas.....	11
2.4.3.1	Fermentación anaeróbica.....	12
2.4.3.2	Temperatura.....	12
2.4.3.3	pH.....	12
2.4.4	Materias primas.....	12
2.4.4.1	Estiércol bovino.....	12
2.4.4.2	Estiércol de cerdo.....	13
2.4.4.3	Desechos orgánicos de origen vegetal	13
2.4.5	Mezcla.....	13
2.4.5.1	Proporción utilizada.....	13
2.4.5.2	Tiempo de formación de gas.....	13
2.4.6	Biogas.....	14
2.4.6.1	Composición.....	14

2.4.7	Usos del biogas.....	14
2.4.7.1	Combustible para cocinar.....	14
2.4.7.2	Generación de electricidad.....	14
2.4.7.3	Energía mecánica.....	14
2.4.7.4	Fertilizante.....	15
2.4.8	Ingeniería del proyecto.....	15
2.4.8.1	Como se produce biogas.....	16
2.4.8.2	Dimensiones de la unidad.....	16
2.4.8.3	Instalación de la unidad.....	17
2.4.8.4	Proceso de construcción.....	17
2.4.8.5	Precauciones.....	20
2.4.9	Esquema metodológico general para la evalua ción del impacto ambiental.....	21
2.4.9.1	Fases tareas y contenidos del esque ma.....	22
2.4.9.1.1.	Decisión de realizar la --- E.I.A.....	22
2.4.9.1.2.	Definición del entorno del proyecto.....	23
2.4.9.1.3.	Información y diagnostico del medio sin proyecto.....	23
2.4.9.1.4.	Análisis del proyecto.....	24
2.4.9.1.5.	Identificación de los elemen	

	tos y acciones del proyecto - susceptibles de producir im- pactos.....	25
	2.4.9.1.6. Identificación de los elemen- tos del medio susceptibles de recibir impacto.....	25
	2.4.9.1.7. Identificación de impactos, -- relaciones causa - efecto.....	26
	2.4.9.1.8. Predicción de la magnitud de los impactos sobre cada factor ambiental.....	26
	2.4.9.1.9. Valoración de impacto ambien- tal.....	27
<b>III.</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>28</b>
	3.1. Entorno ambiental de Las Delicias.....	28
	3.1.1. Nombre de la comunidad.....	28
	3.1.2. Localización de la evaluación ambiental.....	28
	3.1.3. Medio ambiente natural.....	28
	3.1.3.1. Suelo.....	28
	3.1.4. Hidrología.....	29
	3.1.5. Condiciones climáticas.....	29
	3.1.6. Medio ambiente social.....	30
	3.1.6.1. Número de familias.....	30
	3.1.6.2. Educación.....	30

3.1.6.3.	Salud.....	30
3.1.6.4.	Tenencia de la tierra.....	30
3.1.6.5.	Vivienda.....	31
3.1.6.6.	Sistema de distribución de agua.....	31
3.1.7.	Medio ambiente económico.....	31
3.1.7.1.	Empleo y nivel de ingreso.....	31
3.2.	Matriz ambiental de Leopold.....	32
3.2.1.	Descripción de la matriz.....	32
3.2.2.	Guía para la elaboración de la matriz.....	33
3.2.3.	Interpretación de datos.....	34
3.2.3.1.	Estadísticas de filas y columnas.....	34
3.2.4.	Esquema metodológico general para la evaluación de impacto ambiental.....	35
3.3.	El método Delphi; instrumento de medición.....	37
3.3.1.	Definición.....	39
3.3.2.	Características del método Delphi.....	39
3.3.2.1.	Anonimato.....	39
3.3.2.2.	Retroalimentación controlada.....	39
3.3.2.3.	Respuesta estadística del grupo.....	40
3.3.3.	Fases del método Delphi.....	40
3.3.3.1.	Características de los expertos.....	41
3.3.4.	Tipos de expertos.....	41
3.3.4.1.	Expertos.....	41
3.3.4.2.	Afectados.....	41

3.3.4.3. Representantes de instancias decisionales	41
3.4. Identificación de indicadores ambientales.....	42
3.4.1. Primera ronda.....	42
3.4.2. Segunda ronda.....	44
3.4.3. Tercera ronda.....	45
3.5. Aplicación de la metodología en el análisis de la matriz de Leopold.....	46
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>48</b>
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>79</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>80</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>82</b>
<b>VIII. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>83</b>
<b>IX. ANEXOS.....</b>	<b>87</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°.		Pág. N°.
1.	Conformación de la población por edades para 1994...	5
2.	Especies de flora encontrada en la comunidad Las Delicias durante el estudio de Evaluación de impacto ambiental de la producción de biogas con estiércol bovino.	61
3.	Aves observadas en la comunidad Las Delicias durante el estudio de evaluación de impacto ambiental de la producción de biogas con estiércol bovino.....	63
4.	Mamíferos observados en la comunidad observados en la comunidad Las Delicias durante el estudio de evaluación de impacto ambiental de la producción de biogas con estiércol bovino.....	64
5.	Reptiles observados en la comunidad Las Delicias durante el estudio de evaluación de impacto ambiental de la producción de biogas con estiércol bovino.....	65
6.	Empleo y nivel de ingreso.....	32
7.	Variables ambientales después de 2ª ronda.....	66
8.	Costos por actividad propuesta.....	76
9.	Ficha de solución.....	77
10.	Cronograma plan de monitoreo.....	78

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIG. N°.		Pág. N°.
1.	Mapa de ubicación de Suchitoto.....	89
2.	Mapa hidrológico y de ubicación de la comunidad Las Delicias.....	90
3.	Mapa de suelos de la comunidad Las Delicias.....	91
4.	Gráfica del indicador deforestación. Segunda ronda.	92
5.	Gráfica de indicador suelo de baja calidad. Segunda ronda.....	92
6.	Gráfica de indicador cambio en la calidad del aire por modificación de la vegetación, segunda ronda...	93
7.	Gráfica de indicador modificación del hábitat que -- que provoca disminución de las especies, segunda - ronda.....	93
8.	Gráfica del indicador deforestación. Tercera ronda.	94
9.	Gráfica de indicador suelo de baja calidad 90. Tercera ronda.....	94
10.	Gráfica de indicador cambio en la calidad del aire - por modificación de la vegetación, Tercera ronda...	95
11.	Gráfica de indicador modificación del hábitat que - provoca disminución de las especies, Tercera ronda.	95
12.	Formato utilizado en la primera ronda de consulta...	96
13.	Formato utilizado en la segunda ronda de consulta...	97

14.	Formato utilizado en tercera ronda de consulta.....	98
15.	Matriz de ponderación segunda ronda de consulta..	99
16.	Matriz de ponderación tercera ronda de consulta...	100
17.	Matriz de Leopold.....	101
18.	Diseño del sistema biogas.....	102

## I. INTRODUCCIÓN

En El Salvador, el acelerado deterioro de los recursos naturales nos ha llevado a ser un país que tiene el 3.03% de bosque con una deforestación de 11,653 ha/año de una cobertura forestal actual de 385,087 ha; el uso de leña per capita en los años 90 fue de 0.68 m<sup>3</sup>/año/persona (RODRIGUEZ J, 1998).

Posee un consumo anual estimado de 4.9 millones de m<sup>3</sup> de productos forestales básicos: leña, postes, durmientes y madera aserrada de los cuales el 93.5% corresponde al uso de leña, esto significa que el mayor volumen de productos forestales del país se destina a la producción energética, consumiendo alrededor de 4.6 millones de metros cúbicos por año. De este consumo, 3.9 millones de metros cúbicos se queman en hogares rurales y urbanos y 0.7 millones dan energía a industrias, como ladrilleras, salineras, caleras y panaderías (RODRIGUEZ J, 1998).

Históricamente la leña ha sido el principal combustible utilizado en El Salvador, del cual se abastece el 77% de la población total y el 98% de la población rural; El 45% del total de la energía consumida en el país proviene de la leña (RODRIGUEZ J, 1998).

Producto de la situación anterior es que muchas ONG's impulsan diversos proyectos en los cuales llevan como componente ambiental el uso de diferentes tipos de cocinas que tienen la función de ahorrar leña, pero aún así se sigue

1

haciendo uso de ésta como materia prima para producir energía calorífica, una de estas instituciones ha implementado como plan piloto la construcción, equipamiento y uso de cinco cocinas biogas para igual número de familias, con la intención de sustituir en su totalidad el uso de leña, que en este primer momento solamente se ha logrado sustituir el 50% del consumo de leña.

1

Para medir su efecto, en la presente investigación se realizó una "Evaluación del Impacto Ambiental de la Producción y Utilización de Biogas con Estiércol Bovino", la que pretende dar respuesta a la comunidad rural, sobre el uso de bogas como una fuente de generación de energía calorífica, ya que con esto se estaría sustituyendo el uso de leña lo cual estaría reduciendo el deterioro de los recursos naturales y ayudaría a mejorar el nivel de vida y salud de la población.

1

La investigación se evaluó aplicando una metodología de causa - efecto y además la matriz ambiental de Leopold modificada; tomando como base la determinación de los indicadores ambientales, que se realizaron por medio de consultas a los pobladores de la comunidad Las Delicias, la metodología empleada fue el método Delphi; obteniéndose los indicadores ambientales para poder evaluar el proyecto de la generación de biogas y aplicar al final la matriz ambiental de Leopold.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Generalidades de la zona de estudio**

#### **2.1.1. Ubicación.**

El municipio de Suchitoto se encuentra localizado en el Departamento de Cuscatlán, en la zona paracentral del país a 46 kilómetros al norte de San Salvador con las coordenadas 15°56'10" latitud norte y 89°01'45" longitud este (Figura 1) (JIMENEZ L. ALFREDO 1963).

#### **2.1.2. Extensión**

La extensión geográfica del municipio de Suchitoto es de 329.2 kilómetros cuadrados, de los cuales 3.13 k<sup>2</sup> corresponden al área urbana. El municipio comprende 28 cantones y 77 comunidades (PROMUDE/GTZ, 1999).

#### **2.1.3. Límites.**

El municipio está delimitado al Norte por el Embalse Cerrón Grande, al Sur por los relieves geográficos del Cerro de Guazapa y el Cerro Tecomatepec, limita con los municipios San José Guayabal, Oratorio de Concepción y Tenancingo; al Este con el municipio de Cinquera y al Oeste con los municipios de Aguilares y Guazapa (PROMUDE/GTZ, 1999).

#### **2.1.4. Fisiografía.**

El municipio está conformado por dos tipos de topografías, accidentada y semiplana. El territorio se divide en dos zonas, comúnmente conocidas como la

zona alta, al sur que posee topografía accidentada y la zona baja al norte con mayor aprovechamiento de tierras por sus características semiplanas (PROMUDE/GTZ, 1999).

### **2.1.5. Hidrología.**

El norte del municipio colinda con el Embalse del Cerrón Grande, cuya extensión aproximada es de 3,000 manzanas. En el municipio se localizan ríos importantes de El Salvador estos son El Lempa, Acelhuate, Los Limones, Chalchigue, Sinacapa y Quezalapa el menos contaminado (PROMUDE/GTZ, 1999).

Estos recursos sin embargo están contaminados por las sucesivas descargas de aguas negras a lo largo de su recorrido. Los casos más críticos son:

- La disposición de desechos líquidos del área metropolitana de San Salvador que contaminan al Río Acelhuate.
- Los residuos que vierten los ingenios azucareros de la región.
- Los agroquímicos que se transportan producto de la erosión y el tipo de prácticas agrícolas.

Los cerros de Guazapa y Tecomatepec son la principal fuente de recarga de los mantos acuíferos localizados en la zona alta del municipio, los nacimientos se encuentran en la zona baja de los cantones La Bermuda, El Molino, Palacios, Milingo, San Lucas, Haciendita, Buena vista, Zapote, Consolación, Platanares y Delicias actualmente no existe manejo adecuado de estas cuencas, lo que en un

futuro ocasionará impactos en el mantenimiento de los acuíferos (PROMUDE/GTZ, 1999).

#### **2.1.6. Clima.**

El municipio se caracteriza por tener un clima cálido con temperaturas promedio entre 26 y 39 grados centígrados, la precipitación anual es de 1,787 mm. y una humedad relativa de 77% (PROMUDE/GTZ, 1999).

#### **2.1.7. Población y vivienda.**

Para 1994 la población total del municipio de Suchitoto era de 28,621 habitantes, de los cuales el 69% (19,809 habitantes) se localizaban en el área rural y el resto (8,812 habitantes) en el área urbana.

**Cuadro 1: Conformación de la población por edades para 1994.**

<b>Descripción</b>	<b>Edad</b>	<b>Porcentaje</b>
Niños	0 a 14 años	58 %
Jóvenes	14 a 24 años	22 %
Adultos	Mayores de 24 años	20 %

FUENTE: PROMUDE/GTZ, 1999

El núcleo familiar promedio está compuesto entre 7 y 8 miembros. El 25% de las familias del municipio tienen como jefas de hogar a mujeres (PROMUDE/GTZ, 1999).

El nivel de organización social de la población es bastante avanzado, cerca del 100% está vinculado en cooperativas de producción agropecuarias y en Asociaciones Comunales.

El crecimiento poblacional de este municipio es irregular. Para 1950 se estiman que vivían en el municipio alrededor de 20,000 habitantes, para 1970 ascendieron a 35,000, para 1980 la población alcanzó los 40,000 y por razones del conflicto armado, los habitantes se redujeron a 28,621 en el año 1994, presentándose en la actualidad un proceso de repoblación, principalmente en el sector rural, se estima que la tasa de crecimiento anual de la población es de 2.28% (PROMUDE/GTZ, 1999).

#### **2.1.8. Vías de acceso.**

El acceso a la comunidad es sobre la calle que conduce desde Suchitoto hasta Aguilares, entrando por el desvío que conduce a la comunidad de Mazatepeque; El estado de esta calle es regular, por ser de tierra en la época lluviosa se deteriora pues no tiene el mantenimiento requerido en el transcurso del año (CRC 1999).

### **2.2. Situación Ambiental.**

#### **2.2.1. Bosque y Biodiversidad.**

Debido al uso intensivo de las laderas con cultivos de subsistencia, son muy pocas las áreas de bosques existentes, todas sometidas a deforestación para usos de madera y de leña, sin existir proyectos de control y de reforestación a

gran escala ya que de seis organismos locales solamente dos trabajan con énfasis al manejo de pequeñas áreas, estas son las siguientes:

- El área boscosa de la subcuenca del Río Quezalapa que comparte los municipios de Suchitoto, Cinquera y Tenancingo.
- El área del cerro Colima.
- El cerro Montepeque y una pequeña área del cerro Guazapa (PROMUDE/GTZ, 1999).

En cuanto a la biodiversidad, existe una constante reducción y destrucción de los hábitats naturales, reduciendo progresivamente las poblaciones de aves, reptiles y mamíferos existentes, muchos de los cuales están en peligro de extinción como: halcones, venados, mapaches, y gatos de monte (PROMUDE/GTZ, 1999).

### **2.2.2. Flora.**

Para realizar el estudio de la flora en la comunidad Las Delicias, se realizaron varios recorridos cuyo propósito final era tener un conocimiento del tipo de vegetación establecida, a continuación se detallan las especies encontradas en la zona, el recorrido realizado se hizo en base al conocimiento de los pobladores del lugar donde ellos reconocen de mayor población de especies combinándolo con un recorrido de cuadrícula de tal forma de barrer la mayor área posible.

### **2.2.3. Fauna.**

La acelerada desaparición de los bosques en El Salvador, esta destruyendo gran cantidad de vida silvestre, esta situación sumada a la cacería, esta poniendo en peligro la presencia de muchas especies en el país, en la comunidad Las Delicias se levantó un listado de las especies de Aves, Mamíferos y Reptiles.

### **2.2.4. Aire.**

El aire en la comunidad sufre una marcada alteración durante el período de la zafra, las quemadas constantes de cañales alteran notablemente el aire en la comunidad.

La leña como materia prima de combustión tiende a producir cantidades considerables de humo el cual es inhalado por las familias, en especial por las amas de casa y por los niños pequeños que mas permanecen en casa.

## **2.3. Potencialidades Económicas del Municipio.**

### **2.3.1. Agrícola-Ganadera.**

El municipio posee dos centros importantes de producción agrícola, El Ingenio San Francisco y Colima, a la vez que son factores de generación de empleo en las actividades de producción de Azúcar, además generan ingresos para la municipalidad a través del pago de impuestos. Existen también microempresas que están surgiendo como la procesadora de alimentos de Aguacayo y Agroservicios alrededor del municipio (PROMUDE/GTZ, 1999).

Complementariamente la ganadería es una potencialidad del sector rural, que demanda un mejoramiento en las técnicas de manejo, con lo cual se incrementarían los ingresos de los pobladores (PROMUDE/GTZ, 1999).

### **2.3.2. Industrial.**

Dentro de este sector se destacan las instalaciones actuales de las fábricas de fibrex, la bloquera de Agua Caliente; y el proceso de obtención de arena de los ríos. Estas en la actualidad no generan ingresos a la comunidad, pero en un futuro y bajo un sistema de control traería beneficios económicos para el municipio (PROMUDE/GTZ, 1999).

### **2.3.3. Pesca.**

Un enorme potencial en el municipio es la pesca en el lago Suchitlán o embalse del Cerrón Grande, en donde actualmente existe una pesca diaria de tilapia, mojarra y guapote que oscila entre 900 y 1,200 docenas de pescado, que en su mayor parte son exportados a Guatemala y México, la otra parte de la pesca es consumida a nivel local generando un ingreso promedio diario de 430,000.00 (40 colones la docena).

La municipalidad está al margen del control de esta actividad, pero son una fuente potencial de ingresos (PROMUDE/GTZ, 1999).

### **2.3.4. Turístico-Cultural.**

En Suchitoto se encuentran atracciones turísticas, tanto de patrimonio como de sus recursos naturales; así se tiene: La Ciudad Vieja con su trazo urbano Español, los cascos de la Hacienda La Bermuda y de Colima, la ciudad de Aguacayo y Pueblo Viejo (PROMUDE/GTZ, 1999). Como recursos naturales se tiene: el cerro Guazapa, el río Quezalapa, el Hervedero, Los Tercios, Cueva Hedionda, Salto Los Limones, El río Lempa y el Lago Suchitlán o Embalse del Cerrón Grande.

Como potencialidades para el incremento de los ingresos municipales se encuentran la pesca y la explotación turística (PROMUDE/GTZ, 1999).

## **2.4. Cocinas Biogas**

### **2.4.1. Concepto.**

Se entiende como cocina biogas a todo el sistema de funcionamiento, el cual se compone de las siguientes partes:

- a) Tanque de fermentación
- b) Tanque de almacenamiento de gas
- c) Sistema de conducción
- d) Cocina de mesa (Ver Figura 18) (CRC 1999).

Por lo tanto en el presente estudio cada vez que se haga referencia al termino cocina biogas nos estaremos refiriendo al sistema en operación y funcionamiento en conjunto, ya que así es conocido en la institución ejecutora del proyecto (CRC) como por la institución donante (FIAES).

### **2.4.2. Diseños de Cocinas Biogas.**

Según el almacenamiento de gas, las cocinas pueden ser:

#### **2.4.2.1. Cocinas de cúpula fija.**

Está compuesta por dos partes limitadas por la superficie del liquido de fermentación, la inferior es la cámara de fermentación y la superior es el deposito de biogas (FAO 1986; LOHRMANN, G. STOHR, U. 1986).

#### **2.4.2.2. Cocina con depósito flotante.**

Este tipo de diseño, posee un depósito flotante de gas colocado separadamente de la cámara de fermentación (FAO, 1986; HOFFMANN, R. KELLNER, C. 1989).

#### **2.4.2.3. Cocina con gasómetro de caucho o plástico.**

El depósito de gas tiene una forma de bolsa y posee una piletta de salida que facilita la extracción de las materias primas degradadas (FAO, 1986).

#### **2.4.3. Formación de Biogas.**

La producción de biogas es un proceso anaeróbico de fermentación, el proceso para producir  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$  y una pequeña cantidad de otros compuestos a se cumple mediante una serie de complejas reacciones bioquímicas. Una parte del carbono se oxida completamente formando anhídrido y la otra se reduce en alto grado para formar metano. El anhídrido carbónico es un compuesto estable, y a falta de oxígeno molecular el metano tampoco puede oxidarse más de manera que también es estable, en la fermentación del biogas por lo tanto, se lleva a cabo por completo la oxidación y reducción del carbono.

En el proceso de fermentación para producir biogas se cataboliza continuamente una serie de compuestos orgánicos para formar metano, que por consiguiente constituye una parte importante en el ciclo de la masa y la energía en la naturaleza.

#### **2.4.3.1. Fermentación anaeróbica.**

Es un proceso biológico mediante el cual la materia orgánica, en ausencia de aire puede ser convertida en un gas rico en metano llamado biogas, este es un gas combustible formado por metano un 60%, y por dióxido de carbono 40%, suele contener pequeñas cantidades de hidrógeno, nitrógeno, oxígeno, monóxido de carbono y trazas de sulfuro de hidrogeno (FAO, 1986; ICAITI, 1982).

#### **2.4.3.2. Temperatura.**

Las condiciones de temperatura para lograr una digestión rápida de las materias primas es de 28 – 35° C. (FAO, 1986).

#### **2.4.3.3. pH**

Par lograr una adecuada fermentación de las materias primas el valor del pH debe mantenerse entre 6.5 - 7.5 (ICAITI, 1982).

#### **2.4.4. Materias Primas.**

##### **2.4.4.1. Estiércol Bovino.**

Es un buen material, debido a que utilizado en una proporción del 70% produce una cantidad de 0.300 m<sup>3</sup>/Kg. (FAO, 1986), su tiempo de fermentación, es más acelerado si se utiliza en estado fresco (CRC, 1999); y posee el cuarto lugar como materia prima (FAO, 1986).

#### **2.4.4.2. Estiércol de Cerdo.**

Esta materia prima produce una cantidad de 0.405 m<sup>3</sup>/Kg. Además de presentar un período corto de fermentación usándose en estado fresco (FAO, 1986).

#### **2.4.4.3. Desechos Orgánicos de Origen Vegetal.**

Los desechos de origen vegetal, son los mejores productores de biogas, por su riqueza en carbono (FAO, 1986).

#### **2.4.5. Mezcla.**

##### **2.4.5.1. Proporción Utilizada.**

En el estudio que se realiza, se utiliza como materia prima estiércol de ganado bovino, el cual se combina en una relación de 2 :1, dos partes de agua por una de estiércol fresco (CRC, 1999).

##### **2.4.5.2. Tiempo de Formación de Gas.**

Cuatro días después de realizar el llenado del tanque de fermentación, ya existe una formación de gas pero no es un gas combustible (ICAITI, 1982; CRC, 1999), debido a que su mayor parte es dióxido de carbono (ICAITI, 1982).

Siete días después de la carga inicial, hay acumulado biogas puro, pero se recomienda usar las cocinas hasta 15 días después, ya que a esta fecha hay suficiente biogas como para cocinar por 45 minutos a una hora (CRC, 1999).

## **2.4.6. Biogas.**

### **2.4.6.1. Composición.**

El biogas es un combustible formado por metano ( $\text{CH}_4$ ) un 60%, y por dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), en un 40%, suele tener pequeñas cantidades de nitrógeno, oxígeno, monóxido de carbono y trazas de sulfuro de hidrógeno ( $\text{SH}_2$ ), que proporciona el olor característico de azufre, lo que se aprovecha para la detección de fugas (ICAITI, 1982).

## **2.4.7. Usos del Biogas**

### **2.4.7.1. Como combustible para cocinar.**

La característica más destacada de la combustión de biogas es la ascensión de la llama, esto significa que la llama se separa totalmente de la abertura del gas y luego se extiende, este fenómeno se explica por la composición de la mezcla de biogas,  $\text{CH}_4$  y  $\text{CO}_2$ , (FAO, 1986).

### **2.4.7.2. Para generar electricidad.**

El biogas resulta económico para generar electricidad en las zonas rurales, de esta forma el consumo de gas llega habitualmente alrededor de  $0.75 \text{ m}^3/\text{Kw}$ , lo cual puede encender 25 ampollitas de 40 watts durante una hora (FAO, 1986).

### **2.4.7.3. Como Energía Mecánica.**

El gas metano puro es incoloro, inodoro; tiene un valor calórico relativamente elevado que puede alcanzar las 8,620 kilocalorías, casi equivalente a 0.9 Kg. de petróleo diesel liviano, para su uso como combustible se necesita un

mezclador de biogas con aire, que debe instalarse en la entrada del carburador (FAO, 1986).

#### **2.4.7.4. Como fertilizante.**

El afluente extraído de la cámara de fermentación posee algunas cantidades de N, P, K, y otros nutrientes que se han aplicado como fertilizantes en cultivos agroindustriales los cuales han aumentado su rendimiento significativamente (FAO, 1986).

#### **2.4.8. Ingeniería del proyecto.**

La mayor parte de la población rural del país, cocina sus alimentos utilizando como combustible la leña, el consumo promedio por familia es de aproximadamente un tercio de leña (0.40 cm. Diámetro x 0.50 de largo = 0.0628 m<sup>3</sup>) el cual esta valorado en unos veinte colones; para obtener un tercio de leña sería necesario cortar dos árboles de madrecaao de dos años de edad.

Lo anterior nos da una idea de que cantidad de leña se necesita para poder suplir la demanda de combustible para cocinar, además para poder obtener leña se necesita tiempo y trabajo para buscarla, cortarla y transportarla hasta la casa por los hijos mayores, por la esposa y por el hombre de la casa, implica que es una actividad que involucra a toda la familia y que quita disminuye el tiempo para poder hacer otro tipo de actividades productivas.

#### **2.4.8.1. ¿Cómo se produce biogas?**

El biogas es un combustible que arde bien y no desprende humo como el carbón, la leña y otros además ensucia menos los utensilios que se utilizan para preparar los alimentos (FAO, 1983; FAO, 1986)

La producción de biogas se da a partir de la mezcla de estiércol con agua, en el proceso de descomposición del estiércol de ganado se desprende un gas por efecto de la fermentación producida a través de enzimas; este gas que se almacena en un recipiente hermético, se llama metano (CRC, 1999; FAO, 1983; FAO, 1986).

No es difícil construir una unidad de biogas, al inicio de su instalación es necesario una pequeña inversión de dinero, tiempo y trabajo, pero el ahorro que se logra en consumo de leña, disminución en el daño al medio ambiente y la salud de la familia es mayor (CRC, 1999; FAO, 1983; FAO, 1986).

#### **2.4.8.2. Dimensiones De La Unidad.**

La parte que ocupa más espacio en este sistema es el tanque de fermentación, el cual consta de tres barriles metálicos unidos con soldadura autógena uno de ellos se destapa por ambos lados, dejando únicamente el cilindro y los otros dos se destapan de un solo lado para luego soldarlos alcanzando un largo de 2.64 metros, estos van montados sobre tres torres de ladrillos, este tiene una capacidad de 0.65 metros cúbicos, la otra parte importante es el tanque de almacenamiento de biogas, el cual consta de dos barriles, uno es metálico con un diámetro de 0.56 metros y una altura de 0.88 metros destapado únicamente de un extremo; el segundo barril es de aluminio con un diámetro de 0.70 metros y una altura de 0.91 metros, este queda destapado de un lado, el barril metálico queda

boca abajo y adentro del barril de aluminio, este tiene una capacidad de 0.22 metros cúbicos, esta incluida también la cocina de mesa de tres quemadores, la cual esta adentro de la casa, todo el sistema va conectado con PVC, poliducto y manguera (Ver Figura 18) (CRC, 1999)

### **2.4.8.3. Instalación de la unidad**

- La distancia mínima es de 5 metros, entre la cocina y la casa de habitación.
- Debe estar en un lugar en el cual le de el sol todo el día, ya que a mayor calor mejor es el grado de eficiencia que tiene el tanque de fermentación para producir más gas.
- La temperatura óptima para el funcionamiento de la cocina biogas se sitúa entre 32° y 37° centígrados.
- La cocina biogas trabaja muy bien con rangos de temperatura de 24° a 28° centígrados.
- De preferencia hay que pintar el tanque de fermentación de color negro para que absorba más calor (CRC, 1999; FAO, 1983)

### **2.4.8.4. Proceso de construcción**

Fase de pre-instalación (un mes).

- ◆ Selección de los beneficiarios

El primer paso fue seleccionar a los beneficiarios, esto permitió que se garantizara el cuidado y mantenimiento del sistema.

- ◆ Selección del sitio

Luego se comienza ubicando el lugar en donde quedará el tanque de fermentación, tubería de conducción y tanque de almacenamiento.

- ◆ Preparación del sitio

Se limpia de maleza el área donde se trabajara y se nivela el lugar si es necesario.

- ◆ Compra del material

En este caso se procede a comprar el material a utilizar para la construcción de las cocinas.

Fase de construcción (tres semanas).

- ◆ Preparación del tanque de fermentación.

Unión de los tres barriles metálicos con soldadura autógena y destapado del barril que almacena biogas.

- ◆ Elaboración del tanque de almacenamiento.

Fabricación del barril de lamina galvanizada, donde ira incluido el barril metálico, ambos forman el tanque de almacenamiento de gas.

- ◆ Construcción de torres y pilas de ladrillos.

Se hacen las torrecitas de ladrillo donde quedará el tanque de fermentación y se hacen también las piletas de sedimentación.

- ◆ Ubicación de los tanques.

Ubicación de los tanques de fermentación y almacenamiento en el lugar.

- ◆ Instalación del sistema.

Instalación del sistema de conducción, tubería de PVC, manguera y válvulas de paso.

- ◆ Recolección de materia prima.

Recolección del estiércol de ganado bovino y preparación de la mezcla.

- ◆ Llenado del tanque.

Llenado del tanque de fermentación con la mezcla 24 cubetadas de agua y 12 cubetadas de estiércol de bovino (cubeta de 5 galones) además de llenar con agua el tanque de almacenamiento de gas hasta la mitad.

Fase de funcionamiento (15 días)

- ◆ Inicio de funcionamiento del sistema.

A los quince días de haber llenado el tanque desde la primera vez, hay gas suficiente para cocinar de 30 minutos ( $0.098 \text{ m}^3$ ) hasta una hora como máximo ( $0.197 \text{ m}^3$ ) por día.

- ◆ Recargas del digestor (tanque de fermentación).

Las recargas se hacen a los 15 días ó al mes, se recomienda que sea al mes, esta recarga consiste en sacar tres ó cuatro cubetadas de mezcla para luego recargar el sistema con la misma cantidad de cubetadas extraídas de mezcla.

- ◆ Descarga del digestor.

Se recomienda descargar por completo el sistema por lo menos una vez al año.

- ◆ Mantenimiento del sistema de conducción.

Revisión por lo menos una vez a la semana de todo el sistema para detectar principalmente posibles fugas de gas.

◆ **Mantenimiento preventivo y correctivo del sistema.**

Este consiste en dar el mantenimiento necesario para que el sistema no se dañe completamente y sea desechado, sino que continúe con su funcionamiento permanentemente.

**2.4.8.5. Precauciones.**

- a) No se debe utilizar el primer gas generado por que este no es puro, hay que dejarlo escapar.
- b) Mientras sale este gas hay que tener el cuidado de que no haya fuego encendido alrededor.
- c) Hay que revisar que no exista fuga de gas, colocando agua con jabón en todas las uniones y acoples del sistema.
- d) Se debe tener cuidado de tener protegida toda la tubería de conducción, para evitar que se dañe por niños ó animales.
- e) La llama que sale al momento de estar cocinando, debe ser de color celeste.
- f) Si la mezcla es expulsada por el tubo de llenado, quiere decir que hay obstrucción en la tubería del tanque de almacenamiento de biogas.
- g) Si no se levanta el barril de almacenamiento por efecto de la concentración de gas al interior de este después de las tres semanas de llenado, puede ser indicio de que hay fuga de gas en el tanque de almacenamiento (CRC, 1999; FAO, 1983).

#### **2.4.9. Esquema metodológico general para la evaluación de impacto ambiental.**

Existen numerosos modelos y procedimientos para la evaluación del impacto ambiental, algunos generales con pretensión de universalidad, otros específicos para situaciones o aspectos concretos; algunos cualitativos y otros operando más o menos con amplias bases de datos e instrumentos sofisticados de cálculo; de carácter estático unos dinámicos, otros contemplando efectos de primer grado, segundo grado, etc. (Facultad de Ciencias Agronómicas, Matriz Ambiental, 1997)

El estudio de impacto ambiental desemboca en la valoración de los efectos finales de una cadena de éstos, que se inicia con una causa: una acción humana, si consideramos el enorme campo de variabilidad de esos efectos:

- ◆ Variación temática, en cuanto se altera un conjunto de elementos del entorno de su naturaleza, en su estado y/o en sus tasas de flujo.
  - ◆ Variación en el tiempo, por la evolución natural de las variables afectadas, por la propia variación temporal de las causas de impacto en el origen y porque muchos efectos se suceden en cadena progresando en el tiempo.
  - ◆ Variación en el espacio, por que el estado e importancia de cada elemento afectado es variable causa de impacto y por el desplazamiento de los efectos.
  - ◆ La condición de incertidumbre inherente a todo análisis predictivo.
- Y la dificultad de comparar efectos medibles en términos monetarios, físicos e intangibles, se comprenderá la complejidad de un estadio de este tipo (Facultad de Ciencias Agronómicas, Matriz Ambiental, 1997)

Como en la metodología de planificación, la evaluación del impacto ambiental ha de considerar:

- La identificación del sistema que puede ser afectado.
- La evolución del sistema sin proyecto.
- La identificación de las acciones del proyecto.
- De las diferentes alternativas que debe plantear sobre el medio, en las fases de construcción, de operación y de abandono.
- La identificación y medida de los factores del medio – funcionales y estructurales – que pueden ser directa o indirectamente afectados a corto, medio y largo plazo.
- La medida de los efectos de las acciones implicadas en el proyecto sobre el sistema, su localización, el momento en que se producen y sus relaciones de causalidad.
- La valoración de esos efectos en términos ambientales.

La disposición de los resultados de forma fácilmente comprensible por el decisor: responsable administrativo o sociedad en general (Facultad de Ciencias Agronómicas, Matriz Ambiental, 1997).

#### **2.4.9.1. Fases tareas y contenido del esquema.**

##### **2.4.9.1.1. Decisión de realizar la E.I.A.**

Se desprende un procedimiento administrativo legalmente establecido, por decisión del ente promotor o financiador ante una situación que prevé conflictiva ó por exigencia de los organismos responsables de autorizar el proyecto o conceder permisos (Facultad de Ciencias Agronómicas, Matriz Ambiental, 1997).

#### **2.4.9.1.2. Definición del entorno del proyecto**

Es decir del ambiente con el que existe interacción, tanto en términos de entradas como de salidas y por consiguiente el medio en cuanto provisor de oportunidades, generador de condicionantes y receptor de impactos. La delimitación geográfica del ámbito afectado es difícil, particularmente para los efectos intermedios y finales de hecho el ámbito afectado puede variar extraordinariamente para los diferentes elementos contemplados.

Más que delimitar un ámbito geográfico para el estudio, es preferible que cada especialista establezca el área de influencia de los aspectos de su especialidad (Facultad de Ciencias Agronómicas, Matriz Ambiental, 1997).

#### **2.4.9.1.3. Información y diagnóstico del medio sin proyecto.**

Se trata en esta fase de conocer y comprender el entorno afectado, en sus variables de estado y de flujo, la complejidad de su estudio puede constituir un importante desafío, si no está el proyecto a evaluar inscrito en planes previos, por que se parte de cotas de conocimiento generalmente muy bajas, si por el contrario el proyecto surge de un plan o está al menos contemplado en él la posibilidad de su realización, el estudio del entorno para la E.I.A. estará orientada hacia los aspectos más conflictivos o menos controlados por el plan, simplificándose extraordinariamente la tarea (Facultad de Ciencias Agronómicas, Matriz Ambiental, 1997).

Como todo diagnóstico debe contener:

- Una descripción del estado actual: estado cero o preoperacional.

- Una interpretación de dicho estado a la luz de las causas históricas que lo han propiciado.

Una predicción de su evolución sin proyecto, con respecto a la cual han de estimarse los efectos del proyecto (Facultad de Ciencias Agronómicas, Matriz Ambiental, 1997).

#### **2.4.9.1.4. Análisis del proyecto.**

Según los siguientes aspectos:

Objetivos del proyecto, de acuerdo con la idea que lo originó y los estudios de viabilidad realizados; además deben considerarse aquí todos los posibles enfoques, distintos del adoptado, que cabrían para la consecución de los objetivos (Facultad de Ciencias Agronómicas, Matriz Ambiental, 1997).

- Enfoque adoptado en el proyecto, alternativas contempladas y alternativas no contempladas en el proyecto.
- Relación del proyecto con los planes, locales, regionales o nacionales que afectan a su entorno y el cumplimiento de las especificaciones señaladas en esos planes.
- Localización física del proyecto.
- Proceso tecnológico de operación, materias primas y su relación con la zona, energía, productos intermedios, finales y subproductos.
- Mano de obra requerida.
- Alternativas planteadas en relación con:

Localización del proyecto.

- ◆ El proceso tecnológico.
- ◆ El programa o calendario desde su construcción hasta su abandono.
- ◆ Posibilidad de ampliación o modificación.
- ◆ Consideración de la alternativa sin no actuar (Facultad de Ciencias Agronómicas, Matriz Ambiental, 1997).

#### **2.4.9.1.5. Identificación de los elementos y acciones del proyecto susceptibles de producir impactos.**

En todas las fases de desarrollo del proyecto: construcción, operación, abandono o desmantelamiento estas se pueden agrupar así:

- Acciones que modifican el uso del suelo.
- Emisión de agentes contaminantes.

Sobre explotación de recursos, etc. (Facultad de Ciencias Agronómicas, Matriz Ambiental, 1997).

#### **2.4.9.1.6. Identificación de los elementos del medio susceptibles de recibir impacto.**

La identificación de factores ambientales se facilita utilizando cuestionarios, consultas a paneles, escenarios comparados, matrices generales causa efecto, etc. (Facultad de Ciencias Agronómicas, Matriz Ambiental, 1997).

#### **2.4.9.1.7. Identificación de impactos, relaciones causa - efectos.**

Consiste en predecir la naturaleza de las interacciones proyecto entorno, es decir las relaciones entre las acciones del proyecto (causa primaria de impacto) y los factores del medio (sobre los que se produce el efecto). Estas relaciones no son simples sino que frecuentemente hay una cadena de efectos que arrancan en la acción y terminan en la salud y el bienestar del hombre (Facultad de Ciencias Agronómicas, Matriz Ambiental, 1997).

Existen numerosos procedimientos que facilitan la realización de esta tarea:

- Cuestionarios generales o específicos.
- Escenarios comparados.
- Consulta a paneles de expertos.
- Matrices de relación causa - efecto, etc. (Facultad de Ciencias Agronómicas, Matriz Ambiental, 1997).

#### **2.4.9.1.8. Predicción de la magnitud de los impactos sobre cada factor ambiental.**

Es esta una tarea a desarrollar por especialistas en cada uno de los elementos del medio, o lo que es lo mismo, de los factores ambientales, la medición de los cambios desencadenados por una acción sobre el agua, aire, suelos, paisaje, ecosistema, sociedad etc. requieren un conocimiento profundo de los mismos y por tanto, debe ser elaborado por expertos en el tema.

La magnitud de los impactos sobre cada factor puede venir expresada en diferentes maneras según la naturaleza de cada uno de ellos:

Cuantificables: se expresan en escalas de proporcionalidad.

Cualitativos: existen criterios objetivos de valoración de escalas de intervalos, y de orden de aproximación subjetiva y otros.

En esta fase termina lo que propiamente constituye el estudio de impacto ambiental; a partir de ahora hay que dar entrada a elementos de juicio más o menos objetivos e incluso subjetivos, muchos de los cuales exigen un refreno con la escala de valores y preferencias sociales. Todo ello constituye la Evaluación de Impacto Ambiental (Facultad de Ciencias Agronómicas, Matriz Ambiental, 1997).

#### **2.4.9.1.9. Valoración de impacto ambiental.**

Aquí es donde se hace la valoración final del impacto neto, es decir que se obtiene el impacto neto del proyecto y se identifican impactos mayores, esto se obtiene de la agregación por suma ponderada de valores de impactos parciales, también pueden obtenerse:

- Valoraciones de la calidad ambiental sin proyecto.
- Valoración de la situación ambiental con proyecto.
- Valoración impacto neto del proyecto, según las dos siguientes posibilidades:
  1. Por simple diferencia entre valor ambiental con proyecto y valor ambiental sin proyecto.
  2. Introduciendo en el proceso descrito los datos relativos a las alteraciones producidas por el proyecto.

Y pueden compararse diferentes alternativas (Facultad de Ciencias Agronómicas, Matriz Ambiental, 1997).

### **III. METODOLOGIA**

#### **3.1. Entorno ambiental de la comunidad Las Delicias**

##### **3.1.1. Nombre de la comunidad.**

Comunidad Las Delicias.

##### **3.1.2. Localización de la evaluación ambiental**

La evaluación de impacto ambiental se realizó en la comunidad Las Delicias, se encuentra ubicada en la zona Nor-Poniente del municipio de Suchitoto, a 14 .5 km. En el Cantón Las Delicias, Departamento de Cuscatlán a 13°58'55" Latitud Norte y 89°05'46" Longitud Este. (Figura 2) (CRC 1999).

##### **3.1.3. Medio ambiente natural.**

###### **3.1.3.1. Suelo.**

En la comunidad predominan dos grupos de fisiografía, el primero es de planicies moderadamente onduladas y diseccionadas en donde las pendientes fluctúan entre 2-15%; las capas inferiores son lavas basálticas y andesíticas bastante intemperizadas estos suelos se caracterizan por ser bastante profundos, aunque siempre se encuentran afloramientos rocosos, el drenaje superficial e interno es moderado, son de lenta permeabilidad pero de alta capacidad de retención de agua (IGN 1986; JIMENES L. ALFREDO 1963).

El segundo, formado por terrenos con pendientes altas con rangos promedios de 20 a 45%, son suelos bastante profundos con afloramientos de

pedra, con drenaje superficial e interno moderado con alta capacidad de retención de agua (Figura 3) (IGN 1986; JIMENEZ L. ALFREDO 1983).

#### **3.1.4. Hidrología**

La comunidad las Delicias esta delimitada al norte por la quebrada La Campana, conocida entre los pobladores como río La Pita esta no mantiene su caudal constante durante todo el año y de aquí es de donde los pobladores se abastecen del suministro de agua potable ya que donde nace la quebrada hay un tanque de almacenamiento el cual alimenta otro tanque de captación donde se le aplica cloro y es distribuida por gravedad hacia unas cantareras publicas; al sur oriente está delimitado por la quebrada el obraje, esta se mantiene con caudal en la época lluviosa; al sur y sur poniente se encuentra delimitado por el río Chalchigüe, al interior de estos limites existen otras quebradas de menor importancia, por las cuales fluye agua en la época lluviosa (Figura 2) (CRC 1999).

#### **3.1.5. Condiciones climáticas**

La comunidad en estudio se encuentra a una altura de 330 m.s.n.m. cuenta con una precipitación de 1,998 mm/año, con una evapotranspiración de 1,901mm/año, la humedad relativa es de 75%, la velocidad del viento es de 1.5 km/hora, se cuenta con una temperatura máxima de 39.7°C con una media de 32.8 °C y con una mínima de 26.0 °C, esto de acuerdo a información del Servicio Meteorológico Nacional, 1998.

### **3.1.6. Medio ambiente social.**

#### **3.1.6.1. Numero de familias.**

La comunidad en estudio cuenta con 40 familias e igual número de viviendas, la población esta compuesta de la siguiente manera:

Hombres 58, Mujeres 42, Niños 55, Niñas 45, TOTAL 200 (CRC 1999)

#### **3.1.6.2. Educación.**

En la comunidad se cuenta con una escuela, en donde se imparten clases hasta 5° grado y cuenta con tres aulas, la educación esta a cargo de cuatro profesores.

En la escuela se atiende a un promedio de 80 alumnos, esta cuenta con el apoyo del Ministerio de Educación, por el plan EDUCO y por el CRC de Suchitoto (ONG de carácter local) además se ejecuta un plan de alfabetización para adultos, el cual cuenta con una promotora apoyados por CIAZO y CRC, ambos ONG's. (CRC, 1999).

#### **3.1.6.3. Salud.**

En la comunidad se cuenta con un promotor de salud, el cual tiene a su disposición un botiquín de primeros auxilios; El Ministerio de Salud se hace presente únicamente cuando hay campañas de vacunación (CRC, 1999)

#### **3.1.6.4. Tenencia de la tierra.**

Todos los pobladores de la comunidad fueron beneficiados por el Programa de Transferencia de Tierras (PTT), actualmente todos poseen título de propiedad de carácter individual (CRC, 1999).

### **3.1.6.5. Vivienda.**

Actualmente se cuenta con 40 viviendas construidas a través del apoyo de FUNDASAL , fueron construidas en el año de 1992, los materiales de construcción son ladrillo, cemento, piso encementado y techo de teja (CRC, 1999).

### **3.1.6.6. Sistema de distribución de agua.**

Se cuenta con un sistema de distribución de agua, en el lugar donde nace el río La Campana, a partir del cual se extiende una tubería de 4" de diámetro, esta llega a un segundo tanque de almacenamiento, la distancia entre ambos tanques es de un kilómetro; del segundo tanque sale otra tubería de conducción de 3" el cual llega a la comunidad y es distribuida en 5 cantareras, cada una con dos chorros; la tubería final es de 1/2 pulgada (CRC, 1999).

La longitud total de todo el sistema es de 2 kilómetros el cual abastece de agua durante todo el año (CRC, 1999).

## **3.1.7. Medio ambiente económico**

### **3.1.7.1. Empleo y nivel de ingreso**

Son pocos los pobladores de la comunidad que tienen fuentes de ingreso permanentes, la mayoría subsisten por ingresos obtenidos a través de pagos de jornales por temporada y el ingreso a través de la comercialización de productos agropecuarios (CRC, 1999).

**Cuadro 6: Empleos y nivel de ingreso**

<b>TIPO DE INGRESO</b>	<b>Número</b>	<b>Ingreso Promedio</b>
Ingreso permanente *	4	4 1,600.00
Ingreso por cultivos **	36	4 1,400.00
Ingreso por jornales	15	4 720.00

Fuente: CRC 1999.

\* 3 profesores populares 4 1,200 c/u

\* 1 directivo responsable del medio ambiente (CRC) 4 2,800

\*\* de estas 36 un promedio de 15 personas, obtienen otros ingresos por jornales en temporada de siembra y cosechas (CRC, 1999).

### **3.2. Matriz ambiental de Leopold.**

Uno de los primeros métodos de evaluación de impacto ambiental es la matriz de Leopold, fue desarrollado por el Doctor Luna Leopold y otros del Geological Survey de los Estados Unidos (Facultad de Ciencias Agronómicas, Matriz Ambiental, 1997)

La matriz fue diseñada para la evaluación de impacto asociados con casi cualquier tipo de proyecto de construcción, su utilidad principal es como lista de chequeo que incorpora información cualitativa sobre relaciones de causa y efecto, pero también es de gran utilidad para la presentación ordenada de los resultados de la evaluación (Facultad de Ciencias Agronómicas, Matriz Ambiental, 1997)

#### **3.2.1. Descripción de la matriz.**

El método de Leopold está basado en una matriz que consta de acciones que puedan causar impacto en el ambiente representada por columnas y

características o condiciones que están representadas por filas en cada celda de la matriz se colocan dos números en un rango de 1 a 3, el primer número indica la magnitud del impacto y el segundo su importancia (Facultad de Ciencias Agronómicas, Matriz Ambiental, 1997)

### **3.2.2. Guía para la elaboración de la matriz de Leopold.**

Se deben tener conocimientos detallados de la región a evaluar, se debe tener información acerca de la flora y la fauna del área y del aspecto socio-económico y cultural de los habitantes que allí residen, también se debe conocer con cierto detalle, las relaciones entre los elementos que componen el área a estudiar; se debe también poder discriminar entre los elementos importantes y los despreciables de tal manera que el estudio no incluya información superflua, y destaque los puntos de verdad relevantes (Facultad de Ciencias Agronómicas, Matriz Ambiental, 1997).

Primero se debe evaluar la magnitud global de la obra propuesta, esto implica definir el área a evaluar una vez logrado esto, se procede a escoger las filas de la matriz, es decir, los elementos/condiciones (Indicadores ambientales) del área que se considera que van a ser afectados; al mismo tiempo se escogen las columnas de la matriz, que son las acciones que implican la obra propuesta en la región ó comunidad (acciones del proyecto). Con estos datos se construye la matriz con las casillas de interacción listas para ser llenadas (Facultad de Ciencias Agronómicas, Matriz Ambiental, 1997).

El siguiente paso consiste en considerar la primera acción (columna) e ir llenando la casilla de cada elemento del ambiente que esta acción afecta, en la casilla donde se produzca un impacto se traza una diagonal colocando el valor de

la magnitud del impacto en la parte superior y la importancia en la parte inferior, es necesario recalcar que cuando la magnitud es negativa la importancia también será negativa, en el caso de que la interacción entre la acción y el indicador no tienen relación las casillas quedaran en blanco (Facultad de Ciencias Agronómicas, Matriz Ambiental, 1997).

Por último hay que considerar que una matriz llena de números carece de significado práctico para la persona que no conoce la metodología de Leopold con cierto detalle, por tanto es conveniente anexar interpretaciones y conclusiones junto con los resultados de la matriz, estas servirán para asesorar al usuario en la toma de decisiones sobre el proyecto en consideración, es recomendable destacar las conclusiones más importantes y justificarlas con argumentos cualitativos y cuantitativos siempre que sea posible (Facultad de Ciencias Agronómicas, Matriz Ambiental, 1997).

### **3.2.3. Interpretación de datos.**

Es posible que la gran cantidad de información recopilada en la fase de campo pueda confundir al usuario y se notará una clara necesidad de condensar la información con el propósito de facilitar su interpretación (Facultad de Ciencias Agronómicas, Matriz Ambiental, 1997).

#### **3.2.3.1. Estadísticas de filas y columnas.**

Para conocer e interpretar mejor el impacto causado por cada acción, se pueden tomar las siguientes estadísticas de cada columna:

- N° de condiciones del ambiente afectadas (+/-)
- Promedio aritmético de los efectos positivos.

- Promedio aritmético de los efectos negativos.
- 1. De esta manera se observará que acción causó mayor impacto en el ambiente y de que tipo fue (positivo o negativo). Con el promedio de los efectos causados, resaltará la acción que tiene el mayor efecto positivo o negativo. Se puede entonces ordenar las acciones de mayor a menor efecto y estudiar la posibilidad de modificar las acciones propuestas que sean más negativas para el lugar.

De igual manera se pueden tomar estadísticas para cada indicador ambiental (Facultad de Ciencias Agronómicas, Matriz Ambiental, 1997).

#### **3.2.4. Esquema metodológico general para la evaluación de impacto ambiental.**

Existen numerosos modelos y procedimientos para la evaluación del impacto ambiental, algunos generales con pretensión de universalidad, otros específicos para situaciones o aspectos concretos; algunos cualitativos y otros operando más o menos con amplias bases de datos e instrumentos sofisticados de cálculo; de carácter estático unos dinámicos, otros contemplando efectos de primer grado, segundo grado, etc. (Facultad de Ciencias Agronómicas, Matriz Ambiental, 1997)

El estudio de impacto ambiental desemboca en la valoración de los efectos finales de una cadena de éstos, que se inicia con una causa: una acción humana, si consideramos el enorme campo de variabilidad de esos efectos:

- ◆ Variación temática, en cuanto se altera un conjunto de elementos del entorno de su naturaleza, en su estado y/o en sus tasas de flujo.
- ◆ Variación en el tiempo, por la evolución natural de las variables afectadas, por la propia variación temporal de las causas de impacto en el origen y porque muchos efectos se suceden en cadena progresando en el tiempo.
- ◆ Variación en el espacio, por que el estado e importancia de cada elemento afectado es variable causa de impacto y por el desplazamiento de los efectos.
- ◆ La condición de incertidumbre inherente a todo análisis predictivo.

Y la dificultad de comparar efectos medibles en términos monetarios, físicos e intangibles, se comprenderá la complejidad de un estadio de este tipo (Facultad de Ciencias Agronómicas, Matriz Ambiental, 1997)

Como en la metodología de planificación, la evaluación del impacto ambiental ha de considerar:

- La identificación del sistema que puede ser afectado.
- La evolución del sistema sin proyecto.
- La identificación de las acciones del proyecto.
- De las diferentes alternativas que debe plantear sobre el medio, en las fases de construcción, de operación y de abandono.
- La identificación y medida de los factores del medio – funcionales y estructurales – que pueden ser directa o indirectamente afectados a corto, medio y largo plazo.

- La medida de los efectos de las acciones implicadas en el proyecto sobre el sistema, su localización, el momento en que se producen y sus relaciones de causalidad.
- La valoración de esos efectos en términos ambientales.

La disposición de los resultados de forma fácilmente comprensible por el decisor: responsable administrativo o sociedad en general (Facultad de Ciencias Agronómicas, Matriz Ambiental, 1997).

### **3.3. El Método Delphi; instrumento de medición.**

De acuerdo al tipo de investigación y las características propias de la región en estudio y en función de la distancia territorial que se presentaba como una limitante para obtener la información necesaria e idónea para la caracterizar la problemática ambiental del área de la Comunidad Las Delicias, se optó por el MÉTODO DELPHI, ya que se requirió de comunicarse con diferentes personas que conocieran la problemática y que nos dieran su percepción para poder evaluarla, el Delphi puede ser caracterizado como un método para estructurar el proceso de comunicación grupal, de modo que esta sea efectiva para permitir a un grupo de individuos, como un todo, tratar con problemas complejos.

El nombre DELPHI deriva de Delfos en directa referencia al Oráculo del mismo nombre por cuanto este procedimiento, ha sido utilizado generalmente para estudios de carácter prospectivo en materias sobre las que existe ambigüedad tanto en su delimitación como respecto a su futura evolución.

El primer estudio Delphi fue realizado en 1950 por la Rand Corporation para la fuerza aérea de los Estados Unidos y se le dio el nombre de a Proyecto

Delphi. El objeto de este estudio fue obtener el consenso posible en la opinión de un grupo de expertos por medio de una serie de cuestionarios intensivos, a los cuales se les intercalaba una retroalimentación controlada. El propósito de este estudio fue la aplicación de la opinión de expertos a la selección desde el punto de vista de una aplicación de la estrategia soviética de un sistema industrial norteamericano óptimo y la estimación del número de bombas a requeridas para reducir la producción de municiones hasta un cierto monto. Es importante recalcar que el método alternativo de manejar este problema habría involucrado un proceso prácticamente prohibitivo, en términos de costo y de tiempo de recolección y procedimiento de la información, (Gonzalo Pérez) (Facultad de Ciencias Agronómicas 1997).

Las justificaciones originales para este primer estudio Delphi aún son válidos para muchas aplicaciones, cuando no se dispone de la información precisa, es muy costoso conseguirla o la evaluación requiere de datos subjetivos en los principales parámetros (Facultad de Ciencias Agronómicas 1997).

El método Delphi se ha convertido en una herramienta fundamental en el área de las proyecciones tecnológicas; incluso en el área de la administración clásica y operaciones de investigación (Facultad de Ciencias Agronómicas 1997).

Existe una creciente necesidad de incorporar información subjetiva (por ejemplo análisis de riesgos) directamente en la evaluación de los modelos que tratan con problemas complejos que enfrente la sociedad, tales como, medio ambiente, salud, transporte, comunicaciones, economía, sociología, educación y otros (Facultad de Ciencias Agronómicas 1997).

### **3.3.1. Definición.**

El método Delphi es un programa cuidadosamente elaborado, que sigue una secuencia de interrogaciones individuales a través de cuestionario, de los cuales se obtiene la información que constituirá la retroalimentación para los cuestionarios siguientes y constituye un sistema de información que se establece entre un equipo de investigadores y un grupo multidisciplinario de personas que están en la situación de informar y dar su opinión sobre aspectos relevantes relativos al tema a ser estudiado en la investigación. (Gonzalo Pérez) (Facultad de Ciencias Agronómicas 1997).

### **3.3.2. Características del método Delphi.**

#### **3.3.2.1. Anonimato.**

Esto se consigue a través de formularios de encuesta enviados a cada una de las personas seleccionadas. Ello asegura que la opinión de cada uno de los participantes se vea libre de influencias que personas de mayor conocimiento puedan ejercer sobre las demás si se recurriera a reuniones de discusión, inhibiendo aportes valiosos que eventualmente pueden proporcionar personas más introvertidas (Facultad de Ciencias Agronómicas 1997).

#### **3.3.2.2. Retroalimentación controlada.**

Este método propone la realización de etapas sucesivas en cada una de las cuales los participantes reciben información sobre los resultados obtenidos en la etapa anterior, lo que compensa la ausencia de debate y la riqueza derivada del intercambio de opiniones (Facultad de Ciencias Agronómicas 1997).

### **3.3.2.3. Respuesta estadística del grupo.**

El análisis de las opiniones recibidas se realiza mediante procesos estadísticos. Esta modalidad filtra la presión que el grupo puede ejercer para conseguir un consenso apurado en las apreciaciones de los participantes. Además, la respuesta estadística del grupo asegura que la opinión ó juicio de cada uno de los expertos seleccionados está representado en la respuesta final (Facultad de Ciencias Agronómicas 1997).

### **3.3.3. Fases del método Delphi.**

- a) Primera fase: se caracteriza por la exploración del tema en discusión. Cada persona(experto), contribuye con la información adicional que considera pertinente (Facultad de Ciencias Agronómicas 1997).
- b) Segunda fase: comprende el proceso en el cual el grupo logra una comprensión del tema. Salen a la luz los acuerdos y desacuerdos que existen entre los participantes con respecto al tema.
- c) Tercera fase: explora los acuerdos, se extraen las razones de las diferencias y se hace una evaluación de ellas.
- d) Cuarta fase: es la evaluación final. Esto ocurre cuando toda la información previamente reunida ha sido evaluada y los resultados obtenidos han sido enviados como retroalimentación para nuevas consideraciones (Facultad de Ciencias Agronómicas 1997).

### **3.3.3.1. Características de los expertos.**

Cualquier tipo de Delphi que se quiera realizar, las personas que participen en la investigación deben poseer ciertas características personales como:

- Ser estudioso de algún tema, o al menos demostrar particular interés por el tema, tener imaginación y creatividad, cualesquiera sean las funciones que realicen ó el estatus social que tengan (Facultad de Ciencias Agronómicas 1997).

### **3.3.4. Tipos de expertos.**

#### **3.3.4.1. Expertos.**

Son aquellos que poseen un alto grado de conocimiento sobre el tema de estudio, ya sea por que se ha dedicado a la investigación y estudios de aspectos relacionados con el tema, o bien por que en su experiencia profesional, el tema ha constituido parte importante de su trabajo.(Facultad de Ciencias Agronómicas 1997).

#### **3.3.4.2. Afectados.**

Son todos aquellos expertos que están involucrados directa ó indirectamente con el tema en estudio (Facultad de Ciencias Agronómicas 1997).

#### **3.3.4.3. Representantes de instancias decisionales**

Son todos expertos que en el ámbito de su actividad social y económica tienen capacidad de tomar decisiones e influir en el curso de acción de determinada variable (Facultad de Ciencias Agronómicas 1997).

### **3.4. Identificación de indicadores ambientales.**

#### **3.4.1. Primera ronda.**

Esta fase es la antesala para poder hacer la evaluación ambiental con la matriz de Leopold, para desarrollar esta se realizó una primera ronda de consultas a través de la aplicación de una sola pregunta escrita subdividida en seis aspectos, esta pregunta se desarrollo con 18 expertos seleccionados de la comunidad de una población total de 40 familias con el fin de poder identificar los indicadores ambientales en la zona de estudio, las siguientes rondas que se realizaron fueron con los mismos encuestados.

El criterio para seleccionar a los expertos fue aplicando el concepto de **afectados**, ya que a partir de estos se podría obtener una información más apegada a su misma realidad en cuanto a indicadores ambientales se refiere.

La pregunta es la siguiente, ¿Como se siente la situación medio ambiental, en la comunidad Las Delicias, haciendo énfasis principalmente en los problemas de? Suelo, flora, fauna, agua, aire y hombre.

Para desarrollar con cada uno de los expertos sus respuestas se procedió en primer lugar a ampliarles sus conocimientos en cada uno de los seis aspectos a tratar, fue aquí donde se detecto que ellos ya tenían un criterio más amplio sobre los temas, esto como resultado de que en el proyecto ejecutado se incluyeron 34 temas relacionados al medio ambiente, manejo y conservación de sus recursos naturales como parte del componente de educación medioambiental.

Posteriormente se dio inicio de manera individual a pasar cada una de las encuestas en las fechas de 8, 10, 15 y 17 de Febrero.

Los resultados obtenidos de esta primera ronda fueron un listado de 15 aspectos que según los expertos están presentes en la comunidad y son los siguientes:

- 1- Alta disponibilidad de agua.
- 2- Contaminación por heces fecales.
- 3- Cambio en la calidad del aire por la modificación de la vegetación.
- 4- Deforestación (disminución de la vegetación).
- 5- El humo de la leña provoca enfermedades respiratorias.
- 6- Falta de árboles frutales.
- 7- Incremento de la temperatura en la zona.
- 8- La calidad del aire se altera en la época de zafra.
- 9- Modificación del hábitat que provoca disminución de las especies.
- 10- Pérdida de especies nativas, por la falta de árboles e incendios.
- 11- Pocas plantas de cada una de las especies.
- 12- Reducción de especies de fauna nativa.
- 13- Suelo de baja calidad.
- 14- Suelos erosionados por la lluvia.
- 15- Uso de agroquímicos.

Ver formato utilizado en esta primera ronda, (Figura 12).

Este listado de indicadores ambientales se obtuvieron después de revisar detenidamente cada una de las respuestas; para poder pasar a la siguiente ronda y darle orden de importancia se definió que era necesario ordenarlas en orden alfabético y crear una escala de calificación que no fuera complicada para los expertos y de esa forma tener un parámetro de carácter cuantitativo el cual nos fuera de utilidad para la siguientes fases de la investigación.

### 3.4.2. Segunda ronda.

La segunda ronda de encuestas se desarrolló en las fechas de 17 y 18 de Abril del año en curso, en la cual se evaluaron los 15 indicadores ambientales obtenidos en la primera ronda, el criterio utilizado fue el de explorar a través de la percepción de los expertos, la importancia y el control sobre cada uno de los indicadores seleccionados por ellos mismos.

Esta segunda encuesta consistió en que cada una de las personas debería de ponderar con un número cada una de las variables ambientales detectadas en la primera ronda considerando lo que para ellos afecta al medio ambiente en la comunidad, se aclara que desde la primera ronda de preguntas se le asignó un número a cada uno de los expertos con el cual se representarán en el transcurso de la investigación.

Para tener resultados cuantificables se aplicaron las siguientes escalas y conceptos:

**Importancia:** es el orden jerárquico en que la persona clasifica un determinado problema.

- 1- Poca importancia.
- 2- Mediana importancia.
- 3- Alta importancia

**Control:** es la forma de como la persona podría contrarrestar una determinada actividad que provoca daños al entorno de la comunidad.

- 1- Ninguno.
- 2- Medio.
- 3- Alto.

(Ver ficha utilizada en el Figura 13)

Una vez terminada la segunda ronda, las calificaciones de cada una de ellas se trasladaron a una matriz de ponderación obteniendo un total de cada una de las variables, en importancia y en control, para sacarles un promedio los cuales servirán para detectar desde el punto de vista de ellos el orden, en jerarquía que les dan a los indicadores ambientales principalmente en importancia, por que desde aquí se puede percibir la disposición de los expertos en querer modificar alguno de ellos.

Los resultados de la evaluación en conjunto nos indica que para los expertos los primeros tres lugares en importancia son los indicadores deforestación (disminución de la vegetación), suelo de baja fertilidad y cambio en la calidad del aire por modificación de la vegetación. (Fig. 4, 5, 6, y7).

### **3.4.3. Tercera ronda de evaluación.**

Para dar inicio a la tercera ronda de evaluación se procedió a hacer un nuevo formato de encuesta en la cual se incluyó la calificación de respuesta promedio alcanzado en los aspectos de importancia y control, se incluyeron dos columnas nuevas para respuesta personal y dos columnas más para reponderación. (Figura 14).

Se agrega un nuevo término **reponderación** el cual se refiere a la rectificación o no de la calificación otorgada anteriormente reflejada en la encuesta actual. Para desarrollar ésta tercera ronda se trabajó en las fechas de 23 y 25 de Mayo; 31 de Mayo y 1 de Junio.

Para promediar las calificaciones de los 18 expertos se trasladaron los resultados a una matriz de ponderación.

En esta ronda podemos observar (Ver Figura 16) que mantienen en los primeros cinco lugares los indicadores ambientales siguientes:

- Deforestación
- Suelo de baja calidad
- Cambio en la calidad del aire por la modificación de la vegetación
- Modificación del hábitat que provoca disminución de las especies
- Pérdida de especies nativas por la tala de arboles e incendios

Se definió que si había algún cambio significativo en las ponderaciones de cada uno de los expertos con una variación de 0.5 se tendría que razonar dicha respuesta, es decir justificar por que el cambio.

Además uno de los objetivos de esta tercera ronda fue determinar si habría algún cambio significativo cuantificable en las calificaciones promedio, si no había cambios drásticos se llegaría hasta aquí con las rondas de preguntas, de lo contrario se pasaría otra ronda más, pero los resultados obtenidos demostraron estabilidad en los datos; por lo cual se llevo hasta aquí con las rondas de preguntas.

Estos datos sirvieron para comenzar la fase final de la Evaluación Ambiental a través de la matriz de Leopold.

### **3.5. Aplicación de la metodología en el análisis, la matriz de Leopold.**

El proceso de análisis se hizo relacionando las columnas en donde están ubicadas las acciones del proyecto distribuidas en tres fases con las filas en donde están ubicados los indicadores ambientales obtenidos en la comunidad.

Cada una de las relaciones tiene designadas dos casillas, la de la parte superior servirá para ubicar la magnitud y en la parte inferior se colocara el valor de importancia, para ambas casillas se asignan valores de uno a tres los cuales indican:

- 1: Poco
- 2: Medio
- 3: Alto

Cuando la acción del proyecto, esta dañando el indicador ambiental entonces la magnitud es negativa, automáticamente la importancia se convierte en negativa, de tal forma que una vez analizada completamente la matriz ambiental de Leopold obtenemos una serie de valores positivos y negativos con los cuales se hace una suma algebraica de tal forma que al final de la sumatoria se ve reflejado que acciones del proyecto traen beneficios o daños para el entorno de la comunidad (Facultad de Ciencias Agronómicas, Matriz Ambiental, 1997).

Definición (1:1).

- 1° Número = acción del proyecto.
- 2° Número = indicador ambiental.

## IV. RESULTADOS

Fase de preinstalación.

- Selección de beneficiarios vrs. Deforestación, 1:1 no tienen relación.
- Selección de beneficiarios vrs. Suelos de baja calidad, 1:2 no tienen relación.
- Selección de beneficiarios vrs. Cambio de la calidad del aire por modificación de la vegetación, 1:3 no tienen relación.
- Selección de beneficiarios vrs. Modificación del hábitat que provoca disminución de las especies, 1:4 no tienen relación.
- 1:5 no tienen relación.
- 1:6 no tienen relación.
- 1:7 no tienen relación.
- 1:8 no tienen relación.
- 1:9 no tienen relación.
- 1:10 no tienen relación.
- 1:11 no tienen relación.
- 1:12 no tienen relación.
- 1:13 no tienen relación.
- 1:14 no tienen relación.
- 1:15 no tienen relación.

### Selección del sitio vrs indicadores ambientales.

- 2:1, -1/-3 se podan ramas de árboles periféricos al tanque de fermentación, afectando mínimamente la vegetación.
- 2:2, 1/1 no se requiere de suelos fértiles para la selección del sitio e instalar el sistema.
- 2:3, -1/-1 al modificar la vegetación periférica al tanque de fermentación disminuye el volumen del área foliar que es la que purifica el aire.
- 2:4, 1/1 se modifica en forma mínima el hábitat.
- 2:5 no tiene relación.
- 2:6 no tiene relación.
- 2:7 no tiene relación.
- 2:8 no tiene relación.
- 2:9 no tiene relación.
- 2:10 no tiene relación.
- 2:11 no tiene relación.
- 2:12 no tiene relación.
- 2:13 no tiene relación.
- 2:14 no tiene relación.
- 2:15 no tienen relación.

### Preparación del sitio vrs indicadores ambientales.

- 3:1, -1/-1 se modifica en forma mínima la vegetación.
- 3:2 no se relaciona.
- 3:3 no se relaciona.

- 3:4 no se relaciona.
- 3:5 no se relaciona.
- 3:6 no se relaciona.
- 3:7 no se relaciona.
- 3:8, -1/-1 al limpiar de malezas el sitio se le quita cobertura al suelo quedando expuesto a la erosión.
- 3:9 no se relaciona.
- 3:10 no se relaciona.
- 3:11 no se relaciona.
- 3:12 no se relaciona.
- 3:13 no se relaciona.
- 3:14 no se relaciona.
- 3:15 no se relaciona.

Compra de materiales vrs indicadores ambientales.

- 4:1 no se relaciona.
- 4:2 no se relaciona
- 4:3 no se relaciona.
- 4:4 no se relaciona.
- 4:5 no se relaciona.
- 4:6 no se relaciona.
- 4:7 no se relaciona.
- 4:8 no se relaciona.
- 4:9 no se relaciona.

- 4:10 no se relaciona
- 4:11 no se relaciona.
- 4:12 no se relaciona.
- 4:13 no se relaciona.
- 4:14 no se relaciona.
- 4:15 no se relaciona.

Fase de construcción.

Preparación del tanque de fermentación vrs. Indicadores.

- 1:1 no se relaciona.
- 1:2 no se relaciona.
- 1:3 no se relaciona.
- 1:4 no se relaciona.
- 1:5 no se relaciona.
- 1:6 no se relaciona.
- 1:7 no se relaciona.
- 1:8 no se relaciona.
- 1:9 no se relaciona.
- 1:10 no se relaciona.
- 1:11 no se relaciona.
- 1:12 no se relaciona.
- 1:13 no se relaciona.
- 1:14 no se relaciona.
- 1:15 no se relaciona.

Elaboración del tanque de almacenamiento vrs. Indicadores ambientales.

- 2:1 no se relaciona.
- 2:2 no se relaciona.
- 2:3 no se relaciona.
- 2:4 no se relaciona.
- 2:5 no se relaciona.
- 2:6 no se relaciona.
- 2:7 no se relaciona.
- 2:8 no se relaciona.
- 2:9 no se relaciona.
- 2:10 no se relaciona.
- 2:11 no se relaciona.
- 2:12 no se relaciona.
- 2:13 no se relaciona.
- 2:14 no se relaciona.
- 2:15 no se relaciona.

Construcción de torres y pilas de ladrillos vrs. Variables ambientales.

- 3:1 no se relaciona.
- 3:2 no se relaciona.
- 3:3 no se relaciona.
- 3:4 no se relaciona.
- 3:5 no se relaciona.

- 3:6 no se relaciona.
- 3:7 no se relaciona.
- 3:8 no se relaciona.
- 3:9 no se relaciona.
- 3:10 no se relaciona.
- 3:11 no se relaciona.
- 3:12 no se relaciona.
- 3:13 no se relaciona.
- 3:14 no se relaciona.
- 3:15 no se relaciona.

Ubicación de los tanques vrs. Indicadores ambientales.

- 4:1 no se relaciona.
- 4:2 no se relaciona.
- 4:3 no se relaciona.
- 4:4 no se relaciona.
- 4:5 no se relaciona.
- 4:6 no se relaciona.
- 4:7 no se relaciona.
- 4:8 no se relaciona.
- 4:9 no se relaciona.
- 4:10 no se relaciona.
- 4:11 no se relaciona.
- 4:12 no se relaciona.

- 4:13 no se relaciona.
- 4:14 no se relaciona.
- 4:15 no se relaciona.

Instalación del sistema vrs. Indicadores ambientales.

- 5:1 no se relaciona.
- 5:2 no se relaciona.
- 5:3 no se relaciona.
- 5:4 no se relaciona.
- 5:5 no se relaciona.
- 5:6 no se relaciona.
- 5:7 no se relaciona.
- 5:8 no se relaciona.
- 5:9 no se relaciona.
- 5:10 no se relaciona.
- 5:11 no se relaciona.
- 5:12 no se relaciona.
- 5:13 no se relaciona.
- 5:14 no se relaciona.
- 5:15 no se relaciona.

Recolección de materia prima vrs. Indicadores.

- 6:1 no se relaciona.
- 6:2 no se relaciona.
- 6:3 no se relaciona.

- 6:4 no se relaciona.
- 6:5 no se relaciona.
- 6:6 no se relaciona.
- 6:7 no se relaciona.
- 6:8 no se relaciona.
- 6:9 no se relaciona.
- 6:10 no se relaciona.
- 6:11 no se relaciona.
- 6:12 no se relaciona.
- 6:13 no se relaciona.
- 6:14 no se relaciona.
- 6:15 no se relaciona.

Llenado del tanque vrs. Indicadores.

- 7:1 no se relaciona.
- 7:2 no se relaciona.
- 7:3 no se relaciona.
- 7:4 no se relaciona.
- 7:5 no se relaciona.
- 7:6 no se relaciona.
- 7:7 no se relaciona.
- 7:8 no se relaciona.
- 7:9 no se relaciona.
- 7:10 no se relaciona.

- 7:11 no se relaciona.
- 7:12 no se relaciona.
- 7:13 no se relaciona.
- 7:14 no se relaciona.
- 7:15 no se relaciona.

Fase de funcionamiento.

Iniciación del funcionamiento del sistema vrs. Indicadores.

1:1, 3/3 se considera que la magnitud es alta porque al momento que entra en funcionamiento el sistema se da una disminución del 50% en el consumo de leña. Importancia alta porque esto implica que se disminuye la deforestación además de tener otra alternativa de energía calorífica.

1:2 no se relaciona.

1:3, 2/3 la modificación de la vegetación ya no es significativa debido a la disminución de la tala de arboles para la producción de leña logrando mitigar el efecto sobre la calidad del aire.

1:4, 2/3 con el funcionamiento del sistema, se espera que el hábitat de las especies deje de ser alterado, dando inicio al establecimiento del equilibrio para las especies silvestres.

1:5, 2/2 por el bajo consumo de leña existe menos posibilidad de pérdida de especies nativas.

1:6, 2/2 con el funcionamiento se espera tener la presencia de fauna nativa debido a que la alteración del hábitat natural será reducida.

1:7 no se relaciona.

1:8 no se relaciona.

1:9 no se relaciona.

1:10, 2/3 se esta preservando especies nativas que se encuentran en peligro de extinción.

1:11, 3/3 en magnitud se disminuye la cantidad de humo producido en el interior de las viviendas.

En importancia se disminuye el riesgo de adquirir enfermedades de tipo respiratorio.

1:12 no se relaciona.

1:13 no se relaciona.

1:14 no se relaciona.

1:15 no se relaciona.

Recargas del digestor vrs. Indicadores.

2:1, 2/3 al recargar se asegura la producción de gas por que si no se recarga disminuye la producción de biogas y como consecuencia volver al consumo de la leña.

2:2 no se relaciona.

2:3 no se relaciona.

2:4 no se relaciona.

2:5 no se relaciona.

2:6 no se relaciona.

2:7 no se relaciona.

2:8 no se relaciona.

2:9 no se relaciona.

2:10 no se relaciona.

2:11, 3/3 es fundamental recargar adecuadamente ya que esto asegura la obtención de biogas, disminuyendo el riesgo de enfermedades respiratorias.

2:12 no se relaciona.

2:13, 3/3 el residuo extraído del tanque de fermentación al hacer la recarga puede ser utilizado, como fertilizante orgánico.

2:14 no se relaciona.

2:15 no se relaciona.

Descargas del Digestor vrs. Indicadores.

3:1, -1/-1 en el periodo de descargado total del digestor se recurre al consumo de leña, por un periodo de 15 días.

3:2 no se relaciona.

3:3,-1/-1 se provoca un mínimo cambio en el volumen foliar, que provoca una alteración mínima de la calidad del aire.

3:4,-1/-1 se modifica mínimamente el hábitat debido a que se vuelve a hacer uso de la leña.

3:5 no se relaciona.

3:6, -1/-1 en alguna medida se provoca una alteración del hábitat de las especies de fauna nativa.

3:7 no se relaciona.

3:8 no se relaciona.

3:9 no se relaciona.

3:10, -1/-1 se corre el riesgo de hacer uso de aquellas especies que se encuentran en peligro de extinción.

3:11, -3/-3 al hacer uso de leña nuevamente hay desprendimiento de humo afectando las vías respiratorias en el núcleo familiar.

3:12 no se relaciona.

3:13, 3/3 los residuos obtenidos del digestor pueden utilizarse como abono orgánico.

3:14 no se relaciona.

3:15 no se relaciona.

Mantenimiento del sistema de conducción vrs. Variables.

4:1 no se relaciona.

4:2 no se relaciona.

4:3 no se relaciona.

4:4 no se relaciona.

4:5 no se relaciona.

4:6 no se relaciona.

4:7 no se relaciona.

4:8 no se relaciona.

4:9 no se relaciona.

4:10 no se relaciona.

4:11 no se relaciona.

4:12 no se relaciona.

4:13 no se relaciona.

4:14 no se relaciona.

4:15 no se relaciona.

Mantenimiento preventivo y correctivo del sistema vrs. Variables.

5:1 no se relaciona.

5:2 no se relaciona.

5:3 no se relaciona.

5:4 no se relaciona.

5:5 no se relaciona.

5:6 no se relaciona.

5:7 no se relaciona.

5:8 no se relaciona.

5:9 no se relaciona.

5:10 no se relaciona.

5:11 no se relaciona.

5:12 no se relaciona.

5:13 no se relaciona.

5:14 no se relaciona.

5:15 no se relaciona.

**Cuadro 2: Especies de flora encontrada en la comunidad Las Delicias durante el estudio de Evaluación de impacto ambiental de la producción de biogas con Estiércol Bovino. Tesis, Facultad Ciencias Agronómicas, UES, 2001.**

Nombre Científico	Nombre Común	Familia	Usos	Estado Actual
<i>Crotalaria longirostrata</i>	Chipilin	Leguminaceae	Tallos, hoja y flor comestible.	NC
<i>Calatea macrocephala</i>	Chufle	Marantaceae	Fruto comestible.	NC
<i>Zea maiz</i>	Maiz	Gramineae	Alimento humano y Animal.	NC
<i>Bombusa vulgaris</i>	Bambú	Gramineae	Ornamental, para construcción.	NC
<i>Melathria pendula</i>	Sandia de culebra	Cucurbitaceae	Consumo silvestre de animales	NC
<i>Tectona grandis</i>	Teca	Vermenaceae	Maderable, leña.	NC
<i>Hamelia patens</i>	Chichipince	Rubiaceae	Medicinal.	NC
<i>Ipomea prescapae</i>	Campanilla	Combolulaceae	Silvestre	NC
<i>Lantana camara</i>	Cinco negritos	Verbenaceae	Medicinal.	NC
<i>Sida acuta</i>	Escobilla	Malvaceae	Silvestre	NC
<i>Euphorbia pulcherrina</i>	Pascua	Euphorbiaceae	Ornamental	NC
<i>Recinus comunis</i>	Higuerillo	Euphorbiaceae	Silvestre	NC
<i>Birsonima crasifolia</i>	Nance	Malpighiaceae	Comestible.	NC
<i>Anona Sp.</i>	Anona	Anonaceae	Comestible y medicinal.	NC
<i>Simaruba glauca</i>	Aceituno	Simarubeaceae	Comestible, leña, medicinal.	NC
<i>Cassia grandis</i>	Carao, carague, carago	Leguminoceae	Fruto comestible y para bebidas, medicinal.	NC
<i>Bursera misaruba</i>	Giote, palo de cruces, indio desnudo	Burceraceae	Cercos vivos, medicinal.	NC
<i>Cordia alliodora</i>	Laurel	Boraginaceae	Madera y medicinal.	NC
<i>Cecropia peltata</i>	Guarumo	Moraceae	Medicinal.	NC
<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	Mirtaceae	Fruto comestible, alimento animal y medicinal.	NC

**Continuación de Cuadro 2: Especies de flora encontrada en la comunidad Las Delicias durante el estudio de evaluación de impacto ambiental de la producción de biogas con estiércol bovino. Tesis, Facultad Ciencias Agronómicas, UES, 2001.**

<i>Manguifera indica</i>	Mango	Anacardiaceae	Fruto comestible.	NC
<i>Spodia purpurea</i>	Jocote	Anacardiaceae	Fruto comestible.	NC
<i>Ficus Sp.</i>	Amate	Moraceae	Ornamental.	NC
<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	Bombacaceae	Contrucción de ataudes y palillos de fosforos.	NC
<i>Enterolobium Cyclocarpum</i>	Conacaste, Guanacaste, palo de oreja	Leguminaseae	Madera, leña, alimentación animal.	NC
<i>Tabebuia rosea</i>	Maquilishuat	Bignoniaceae	Madera valiosa y Ornamental.	NC
<i>Persea americana</i>	Aguacate	Lauraceae	Alimento, medicina Y uso industrial	NC
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	Meliaceae	Madera valiosa y medicinal.	A
<i>Gliricidia sepium</i>	Madre cacao, madero negro	Leguminosa	Madera, leña, postes, alimentación animal(follaje) otros	NC
<i>Erythrina glauca</i>	Pito	Leguminosa	Mejorador del suelo, cercas vivas, medicinal y comestible.	NC

NC = No Clasificado. A = Amenazado de extinción.

FUENTE: Observación de Campo.

**Cuadro 3: Especies de aves observadas en la comunidad Las Delicias durante el estudio de evaluación de impacto ambiental de la producción de biogas con estiércol bovino. Tesis, Facultad de Ciencias Agronómicas, UES, 2001.**

Nombre científico	Familia	Nombre común	Estado actual
<i>Eumomota superciliosa</i>	Momotidae	Torogóz.	EP
<i>Aratinga strenua</i>		Pericón	EP
<i>Falco peregrinus</i>	Falcocidae	Halcón	A
<i>Caragyps atratus</i>	Cathartidae	Sope	NC
<i>Calositta colliei</i>	Corvidae	Urraca	NC
<i>Icterus gularis</i>	Embericidae	Chiltota	NC
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Emberizidae	Clarinero	NC
<i>Cicabo nigronileata</i>	Strigidae	Búho	A
<i>Glaucidium brasilianun</i>	Strigidae	Aurorita	NC
<i>Crotophaga sulcirostri</i>	Cocilidae	Pijullo	NC

EP = En Peligro de extinción; A = Amenazado de extinción; NC = No Clasificado.

FUENTE: Observación de Campo.

**Cuadro 4: Especies de mamíferos observados en la comunidad Las Delicias durante el estudio de evaluación de impacto ambiental de la producción de biogas con estiércol bovino. Tesis, Facultad de Ciencias Agronómicas, UES, 2001.**

Nombre científico	Familia	Nombre común	Estado actual
<i>Didelphis marsupialis</i>	Didelphidae	Tacuazín	NC
<i>Dasyus novencintus</i>	Dasypodidae	Cuzuco	A
<i>Sciutus variegatoides</i>	Sciuridae	Ardilla	NC
<i>Ortogeonys grandis</i>	Geomydae	Taltuza	A
<i>Dasyprocta punctata</i>	Dasyproctida	Cotuza	NC
<i>Herpailurus yaguaroundi</i>	Felidae	Gato zonto	EP
<i>Corolia perpocilata</i>	Corollinae	Murciélago	NC
<i>Peromycus sp.</i>	Cricetidae	Ratón de campo	NC
<i>Odocoileus virginianus</i>	Cervidae	Venado cola blanca	A

EP = En Peligro de extinción; A = Amenazado de extinción; NC = No Clasificado.

FUENTE: Observación de Campo.

**Cuadro 5: Especies de reptiles observados en la comunidad Las Delicias durante el estudio de evaluación de impacto ambiental de la producción de biogas con estiércol bovino. Tesis, Facultad de Ciencias Agronómicas, UES, 2001.**

Nombre científico	Familia	Nombre común	Estado actual
<i>Celestus atitlamencis</i>	Anguidae	Lagartija	EP
<i>Iguana iguana</i>	Iguanidae	Iguana verde	EP
<i>Corytophanes percarinatus</i>	Iguanidae	Falso tengereche	EP
<i>Ctenosaura quinquecarinatus</i>	Iguanidae	Garrobo espinudo	EP
<i>Boa constrictor</i>	Boidae	Masacuata	A
<i>Oxybelis aeneus</i>	Colubridae	Bejuquilla café	A

EP = En Peligro de extinción. A = Amenazado de extinción.

FUENTE: Observación de Campo.

**Cuadro 7: Variables ambientales después de la segunda ronda.**

<b>Variable Ambiental</b>	<b>Total Importancia</b>	<b>Promedio Importancia</b>	<b>Lugar Impor.</b>
Deforestación (disminución de la vegetación)	54	3	1
Suelo de baja fertilidad	51	2.83	2
Cambio en la calidad del aire por modificación de vegetación	50	2.8	3
Modificación del hábitat que provoca disminución de las especies	50	2.78	4
Pérdida de especies nativas, por la tala de árboles e incendios	50	2.78	5
Reducción de especies de fauna nativa	50	2.78	6
Suelos erosionados por la lluvia	49	2.72	7
Incremento de la temperatura en la zona	48	2.67	8
Pocas plantas de cada una de las especies	48	2.67	9
La calidad del aire se altera en la época de la zafra	47	2.61	10
El humo de la leña provoca enfermedades respiratorias	45	2.5	11
Falta de árboles frutales	44	2.44	12
Uso de agroquímicos	37	2.05	13
Contaminación por heces fecales	31	1.72	14
Alta disponibilidad de agua	19	1.05	15

El análisis de la matriz ambiental de Leopold modificada nos aporta lo siguiente.

### **Fase de preinstalación.**

#### **a) Acciones del proyecto.**

1. Al realizar la suma algebraica de la acción selección de sitio, contra los indicadores ambientales obtenemos el siguiente resultados:  
-2 en magnitud y -4 en importancia. Esto debido a que la vegetación tiene que ser modificada al inicio del proyecto, lo cual altera en alguna medida la purificación del aire así como el hábitat de las especies silvestres.
2. Al relacionar la acción preparación del sitio, con los diferentes indicadores ambientales obtenemos una sumatoria negativa de -2 en magnitud y -2 en importancia, lo que nos indica que esta acción también afecta el proyecto, debido a que es necesario eliminar la vegetación rastrera, dejando expuesto el suelo a un proceso de erosión.

### **Fase de funcionamiento.**

3. La acción, inicio del funcionamiento del sistema, relacionados con los diferentes indicadores ambientales nos da como resultado un valor positivo de 16 en magnitud y 19 en importancia demostrando el beneficio que esta acción trae al proyecto disminuyendo en un 50% el consumo de leña, lo que implica dejar de hacer uso de 7 pantes de leña por familia por año.

Favoreciendo la purificación del aire, como también se espera que el hábitat de las especies silvestres ya no sea alterado, preservando aquellas especies de fauna y flora que se encuentran en peligro de extinción. Además se ha logrado disminuir el grado de contaminación intradomiciliar debido a la disminución de la cantidad de humo en el interior de las viviendas.

4. La recarga del digestor, es una acción benéfica al proyecto ya que nos proporciona resultados de 8 en magnitud y 9 en importancia lo cual asegura la producción continua de biogas, favoreciendo para no hacer uso de la leña, manteniendo bajos los riesgos de adquirir enfermedades respiratorias, además en alguna medida se logra reducir el uso de productos químicos, ya que el residuo extraído del tanque de fermentación puede ser utilizado como fertilizante orgánico.
5. La sumatoria algebraica de la relación descarga del digestor con los indicadores ambientales nos proporciona un resultado de  $-5$  en magnitud y  $-5$  en importancia, lo cual demuestra ser una acción perjudicial al proyecto ya que se vuelve a hacer uso de leña en un periodo corto de 15 días, alterando en forma mínima la vegetación, calidad del aire y el hábitat de las especies; también se vuelve a la producción de humo en el interior de las viviendas incrementando el riesgo de adquirir enfermedades de carácter respiratorio.

#### **b) Variables ambientales.**

1. Al obtener la suma algebraica de la variable deforestación relacionada con cada una de las acciones, del proyecto obtenemos lo siguiente: 2 en magnitud

y 1 en importancia lo que significa que en un principio la deforestación se ve afectada pero a medida que avanza el proyecto, tiende a disminuir pero sufre una alteración mínima debido a la descarga completa que se realiza una vez al año.

2. Al relacionar la variable suelo de baja calidad con las acciones del proyecto se obtiene valores positivos de 1 en magnitud y 1 en importancia, esto debido a que no se necesita suelo de buena calidad para la instalación del sistema.
3. La variable ambiental cambio de calidad del aire por la modificación de la vegetación relacionada con las acciones del proyecto, nos da como resultado un valor de cero en magnitud y un valor de 1 en importancia, lo que refleja que al principio dicha variable se ve afectada en una forma negativa, la cual se ve beneficiada a medida que avanza el proyecto, pero sufre un cambio mínimo nuevamente, esto debido a la descarga que se da anualmente.
4. Al relacionar la variable ambiental modificación del hábitat que provoca disminución de las especies con las acciones del proyecto, nos da como resultado los valores siguientes, cero en magnitud y 1 en importancia lo que nos indica un equilibrio en las especies silvestres en la zona.
5. La relación de la variable ambiental pérdidas de especies nativas por la falta de árboles e incendios con las diferentes acciones del proyecto, nos da como resultado: 2 en magnitud y 2 en importancia lo cual demuestra una reducción

de la tala de árboles, manteniendo así aquellas especies nativas sin riesgo de ser eliminadas en la zona.

6. Al relacionar la variable ambiental reducción de especies de fauna nativa con las acciones del proyecto, obtenemos los resultados siguientes: 1 en magnitud y 1 en importancia lo cual demuestra que el proyecto contribuye a la preservación de aquellas especies de fauna nativa en la zona.
7. La sumatoria algebraica de relacionar suelos erosionados por la lluvia con las acciones del proyecto nos proporciona los resultados siguientes  $-1$  en magnitud y  $-1$  en importancia, lo que nos indica que esta variable se ve afectada durante la instalación del sistema y durante su funcionamiento pero en una forma mínima.
8. La variable ambiental pocas plantas de cada una de las especies, relacionadas con las acciones del proyecto nos da una sumatoria algebraica de 1 en magnitud y 2 en importancia lo que indica una reducción en la pérdida de la diversidad de flora presente en la zona.
9. La suma algebraica de la relación de la variable ambiental el humo de la leña provoca enfermedades respiratorias, con las acciones del proyecto nos da como resultado 3 en magnitud y 3 en importancia, lo que nos indica disminución de riesgo de adquirir enfermedades de tipo respiratorias, debido a la disminución de humo en el interior de las viviendas.

10. La variable uso de químico relacionada con cada una de las acciones del proyecto nos da como resultado los valores siguientes 6 en magnitud y 6 en importancia lo que nos indica que se disminuye el uso de agroquímicos en la zona debido a la utilización del residuo extraído del digestor como abono orgánico.

### **Programa de Monitoreo Ambiental.**

La Evaluación del Impacto Ambiental ha adquirido en la actualidad una gran importancia, dentro de él se ha incluido la conducción de estudios de monitoreo ambiental tanto previos como posteriores.

El monitoreo ambiental se refiere fundamentalmente a la aportación de la información ambiental física, geológica, biológica y socioeconómica requerida tanto por los especialistas en este ramo, como también por las instituciones encargadas de velar por la conservación, protección y restauración de los recursos naturales.

Debido a que se ha adquirido mayor conciencia de la importancia del monitoreo ambiental a lo largo del tiempo de vida de un proyecto, se ha enfatizado la planeación e implementación de programas de monitoreo. (Rosales Quintanilla, 1994).

El presente programa de vigilancia ambiental tiene por función básica restablecer un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones, medidas protectoras y correctoras contenidas en el estudio de impacto ambiental del proyecto de cocinas biogas.

### **Definición.**

Es un sistema continuo de observación de mediciones y evaluaciones para propósitos definidos, el hecho más importante a notar bajo esta definición es que el monitoreo debe llevarse a cabo para propósitos difundidos. Estos propósitos deben ser vistos dentro del contexto de la administración ambiental.

### **Objetivos del monitoreo ambiental.**

- ◆ Proporcionar información que puede ser utilizada para verificar los impactos previstos, así como para evaluar la eficiencia de las medidas correctoras.
- ◆ Proporcionar un aviso inmediato de cuando un indicador ambiental preseleccionado se acerca a un nivel crítico, además ayuda a prevenir impactos negativos inesperados.

### **Tipos de monitoreo ambiental.**

Existen dos tipos de monitoreo ambiental los cuales tienen que desarrollarse de forma simultánea para garantizar con exactitud los resultados esperados, estos son:

a) **Vigilancia obligatoria**

Asegura que las medidas correctoras sean llevadas a cabo de acuerdo al documento ambiental e incluye disposiciones en las que se expone que en todo contrato deben aparecer la exigencia de medidas correctoras y las cláusulas de penalización.

b) **Vigilancia o control de eficiencia**

Con las medidas de vigilancia de la eficiencia se controla el éxito de las medidas correctoras y/o el efecto ambiental debe hacerse un análisis cuantitativo científicamente fundado.

### **Plan de monitoreo.**

El plan de monitoreo contempla las acciones de evaluación ambiental que deberán seguirse en cada una de las visitas.

Durante el monitoreo se deberá llevar un registro que consiste en una ficha preestablecida señalando los elementos de verificación. La información que se obtenga en el campo, las sugerencias y otros elementos, se constituirán en el material de referencia para el informe final.

El plan de monitoreo contempla seis actividades, que se describen a continuación.

1. Siembra de grama bajo todo el sistema.

Esta actividad se hace bajo el objetivo de proteger el suelo de la erosión, para esto se puede utilizar grama San Agustín, grama común u otro tipo de grama que garantice la protección del área.

2. Creación de vivero local.

Para la creación del vivero se contara con la ayuda de la comunidad. Esta actividad se realizará con el propósito de tener a la disposición árboles para reforestar áreas que se encuentren deforestadas.

3. Programas de reforestación.

El programa de reforestación se realizará cuando la época lluviosa este establecida y se contara con el apoyo de toda la comunidad.

4. Educación ambiental.

Estos serán impartidos una vez por semana durante todo el año y estarán a cargo del CRC (ONG de carácter local). Tanto a niños como adultos, con el propósito de dar a conocer la importancia de proteger los recursos naturales.

5. Revisión periódica del sistema.

Esta actividad se realizara tres veces por año con el objetivo de garantizar el funcionamiento del sistema en su totalidad.

6. Implementación de un bosque energético.

Es un área destinada a la siembra de árboles de rápido crecimiento, utilizada para el abastecimiento de energía calorífica, en el periodo en que se hace la descarga total del digestor, que en este caso se hace una vez al año.

**Cuadro 8: De costos por actividad propuesta en la comunidad Las Delicias durante el estudio de evaluación de impacto ambiental de la producción de biogas con estiércol bovino. Tesis, Facultad de Ciencias Agronómicas, UES, 2001.**

Nombre de la actividad	Costo (¢)
Siembra de grama San Agustín bajo todo el sistema	1,500
Cr%ación de vivero local (10,000 plantas)	3,550
Programas de reforestación	500
Programas de educación ambiental	6,000
Revisión periódica del sistema	1,000
Implementación de un bosque energético	1,000
TOTAL	13,550

**Cuadro 9: Ficha de solución en la comunidad Las Delicias durante el estudio de evaluación de impacto ambiental de la producción de biogas con estiércol bovino. Tesis, Facultad de Ciencias Agronómicas, UES, 2001.**

<b>Impacto Ambiental</b>	<b>Solución</b>	<b>Período de monitoreo</b>
Preparación del sitio.	Siembra de grama San Agustín bajo todo el sistema.	2 meses al año.
Deforestación	Programas de reforestación.	5 meses por año.
	Programas de educación ambiental.	12 meses.
	Creación de viveros locales.	3 meses al año.
Verificación de fugas en el sistema	Revisión periódica del sistema.	Cada 4 meses.
Descarga total del digestor.	Implementación del bosque energético destinado a la producción de leña con especies de rápido crecimiento como: Eucalipto, Teca, Flor amarilla, Madre cacao.	Durante ocho meses cada año.





## V. DISCUSIÓN.

1. En los cuadros 2, 3, 4 y 5 se pueden observar las especies de flora, aves, mamíferos y reptiles que se encuentran amenazadas y en peligro de extinción en la comunidad Las Delicias, esto debido a la deforestación que ha venido a provocar una alteración del hábitat, lo cual esta llevando al desaparecimiento de las especies.
2. Según se observa en el cuadro N° 7 la variable ambiental que presenta mayor importancia para los pobladores de la comunidad es la deforestación, debido al uso de leña destinado a la producción de energía calorífica, siguiéndolo la baja fertilidad del suelo; como de menos importancia tenemos la variable ambiental de contaminación por heces fecales y la alta disponibilidad de agua.
3. En las gráficas 4, 5, 6, 7 de la segunda ronda 8, 9, 10 y 11 de la tercera ronda, se observa un comportamiento de uniformidad en cuanto a la opinión de los expertos en donde coinciden que las variables, deforestación, suelos de baja calidad cambio en la calidad del aire y modificación del hábitat son las variables que afectan mas en el entorno de la comunidad.

## VI. CONCLUSIONES.

1. La construcción y uso del sistema Cocina Biogas logro disminuir en un 50% la utilización de leña, como materia prima para obtener energía calorífica y cocinar los alimentos contribuyendo a disminuir el proceso de deforestación.
2. El sistema de Cocina Biogas como plan piloto fue aceptado por las cinco familias beneficiarias, además de darles el respectivo mantenimiento, reafirmando que a dos años de haber iniciado este proyecto fue apropiado en un 100%.
3. La cantidad de leña que se dejo de consumir fue de 1.88 m<sup>3</sup>/mes/familia. Haciendo un total de 9.4 m<sup>3</sup> en las cinco familias/mes.
4. En 21 meses de operación que tienen las cinco cocinas biogas han evitado el consumo de 197.4 m<sup>3</sup> de leña, equivalentes a \$ 7,181.00 lo que en colones sería ₡ 62,834.22 (Información de campo).
5. El proyecto de cocinas biogas trae efectos tanto positivos como negativos a la comunidad debido a que en la fase de funcionamiento tiende a disminuirse el consumo de leña, disminuyendo el proceso de deforestación lo cual lleva a favorecer el mantenimiento de la vegetación que sirve como hábitat para las especies nativas de la zona; como un efecto negativo al

ambiente es la descarga total del digestor lo cual obliga a volver al consumo de leña nuevamente pero en un periodo corto.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a instituciones encargadas de proteger el medio ambiente impulsar proyectos de cocinas biogás en las zonas rurales, ya que han demostrado una adaptación del 100% en un plan piloto, lo cual ayudaría a disminuir el acelerado proceso de deforestación en nuestro país.
2. Para los proyectos de cocinas biogás es necesario el establecimiento de un bosque energético con el objetivo de asegurar el aprovisionamiento de leña para la etapa de la descarga total del digestor ya que en esta se requiere el uso de leña por un periodo corto.
3. Se recomienda que los proyectos, contemplen un componente de educación ambiental, donde se enfatice la importancia de proteger nuestras especies de flora y fauna, debido a que en la zona se alberga una buena cantidad de especies que se encuentran tanto amenazadas como en peligro de extinción.

## VIII. BIBLIOGRAFIA.

1. CAMPOS RIVAS. 1999. Metano combustible del futuro. El Diario de Hoy, San Salvador (El Salvador) Mayo 23. Pág. 8-9.
2. CENTENO BELTRAN, I.L.; LARA DIAZ, O.A. 1995. Evaluación del Impacto Ambiental del Asentamiento Humano de San Juan de Letrán en la Colonia Héroes del 11 de Noviembre, Jiquilisco Usulután. Tesis Ing. Agrónomo, San Salvador, El Salvador. Universidad de El Salvador. P. 15 – 16.
3. CRC. 1999. Elaboración de cocinas biogas. Suchitoto, El Salvador. Pág.1,2-5.
4. El Salvador, Ministerio de Agricultura y Ganadería. 1994. Listado Oficial de Especies de Flora y Fauna Amenazadas y en Peligro de Extinción. San Salvador, El Salvador. MAG.
5. FAO. 1983. Gas Producción y Utilización. Serie Mejores Cultivos. Roma, Italia.
6. FAO. 1986. Construcción de Unidades Perfeccionadas. Serie mejores cultivos. Roma, Italia.

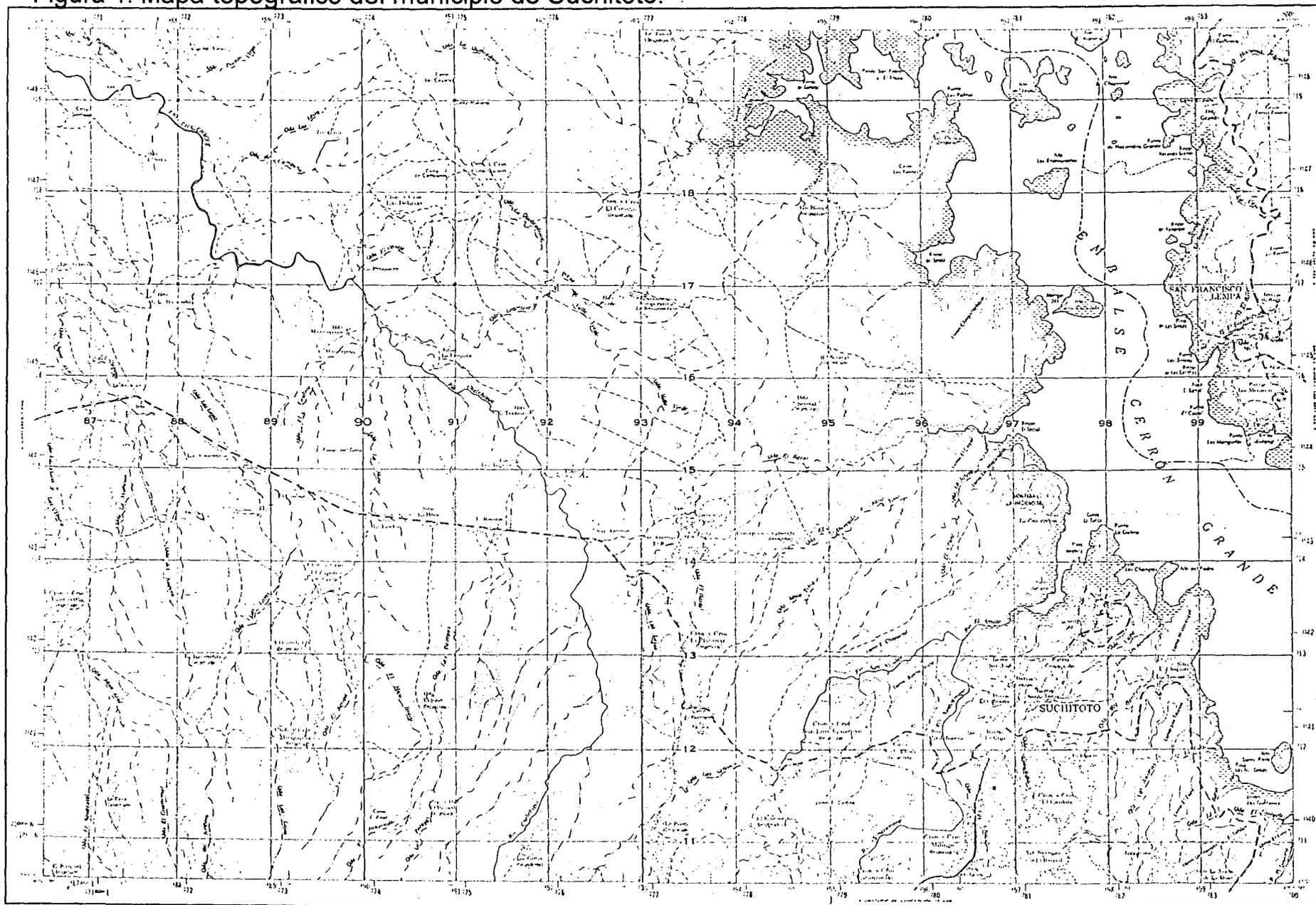
7. FAO. 1986. Reciclaje de Materia Orgánica y Biogas, Oficina Regional para América Latina y el Caribe; Santiago de Chile. Pág. 14,16,17,21,26.
8. Facultad de Ciencias Agronómicas. 1997. Matriz Ambiental de Leopold. Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente. UES. El Salvador. P. 1-5.
9. Facultad de Ciencias Agronómicas. 1997. Esquema Metodológico General para la Evaluación de Impacto Ambiental. Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente. UES. El Salvador P. 1-10
10. FUSADES. 1997. El Desafío Salvadoreño de La Paz al Desarrollo Sostenible. Ministerio del Interior. San Salvador, El Salvador. P. 29, 71-72.
11. GALLOWAY GLENN, S.F. Las Plantaciones Forestales; Potencial de Desarrollo para El Salvador, Transforma CATIE/COSUDE. P. 2-3.
12. GÓMEZ GUZMÁN, O.A. 1997. Modelos Forestales para El Parque Cafetalero, PROCAFE. P.1
13. GONZALO PÉREZ, S.A. Material de apoyo para la elaboración de impacto ambiental del curso de manejo de cuencas hidrográficas. Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente. Universidad de El Salvador. El Salvador. P. 1-5.

14. HERNÁN ROSA. 1998. Hacia una Gestión Ambiental Estratégica en El Salvador, La necesidad de avanzar hacia una gestión ambiental estratégica. PRISMA. El Salvador. P -12.
15. HOFFMANN, R. KELLNER, C. 1989. Example of the Biogas Extensión Programme of GATE/GTZ, Arusha, Tanzania. Berlín, Arusha.
16. ICAITI. 1982. Manual de Construcción y Operación de Plantas Biogas, Proyecto de leña y fuentes alternativas de energía. Nicaragua. P. 2-6,10
17. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL, INGENIERO PABLO ARNOLDO GUZMÁN. 1986. Diccionario Geográfico de El Salvador. Vol. 2; San Salvador, El Salvador, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). P. 795, 1,361.
18. JIMENEZ L. ALFREDO. 1963. Levantamiento General de Suelos de la República de El Salvador, Cuadrante 2357-I, Suchitoto. Dirección General de Investigaciones Agronómicas. Escala 1:50,000. Color.
19. KHANDELLWALL, K.C. MAITHANI, P.C. 1986. Guide to Family Type Biogas Plants. Department of Non-Conventional Energy Sources, Ministry of Energy. Berlín.

20. LARRY, W. CARTER. 1998. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental, técnicas para la elaboración de estudios de impacto. Segunda Edición McGraw – Hill. Madrid, España. P 773 – 791.
21. LOHRMANN, G. STOHR, U. 1986. Biogas Extensión Programme, OEKOTO. Berlín/Eschborn.
22. PROMUDE/GTZ. 1999. Suchitoto, Caminos Hacia el Desarrollo, Plan de Desarrollo Local. Municipalidad de Suchitoto. P. 3 – 15.
23. RODRIGUEZ, J. 1998. Estado del Ambiente y Recursos Naturales en Centro América. Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo. San José, Costa Rica. P. 98, 99, 101.
24. ROSALES QUINTANILLA, R.A. 1994. Evaluación del Impacto Ambiental de las Obras de Construcción de la Urbanización Majuela Ubicada en El Cantón Mariona, Mejicanos. Tesis Ing. Civil, San Salvador, El Salvador. P. 94 – 97.
25. SEMA. 1994. Estrategia Nacional de Medio Ambiente. Principales Problemas y Estrategias de Intervención, Propuesta. Ministerio de Planificación y Coordinación del Desarrollo Económico y Social. El Salvador, San Salvador. P. 31-33.

**IX. ANEXOS**

Figura 1: Mapa topográfico del municipio de Suchitoto.



Escala 1:25,000



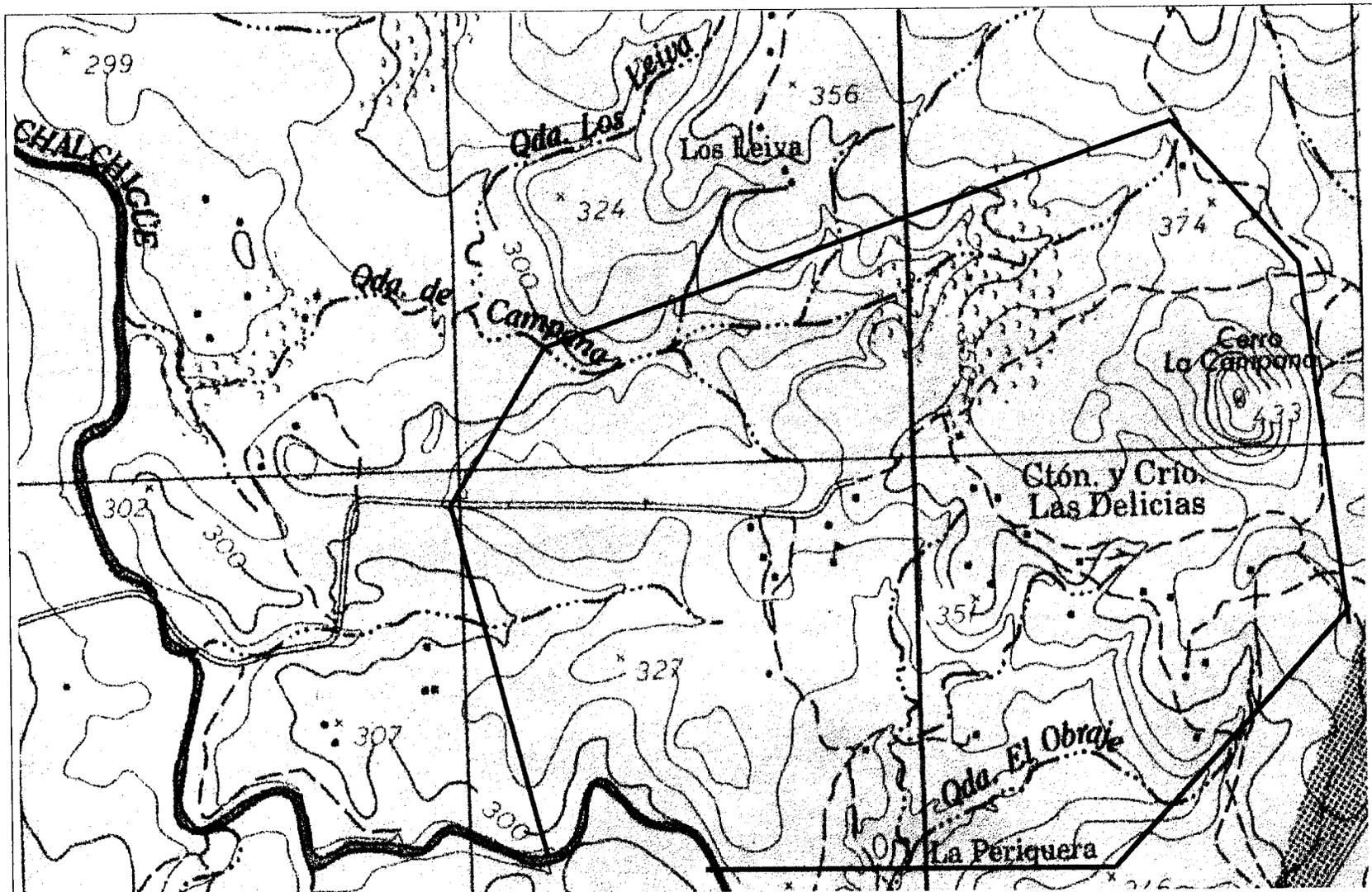
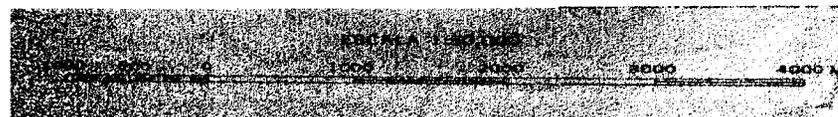
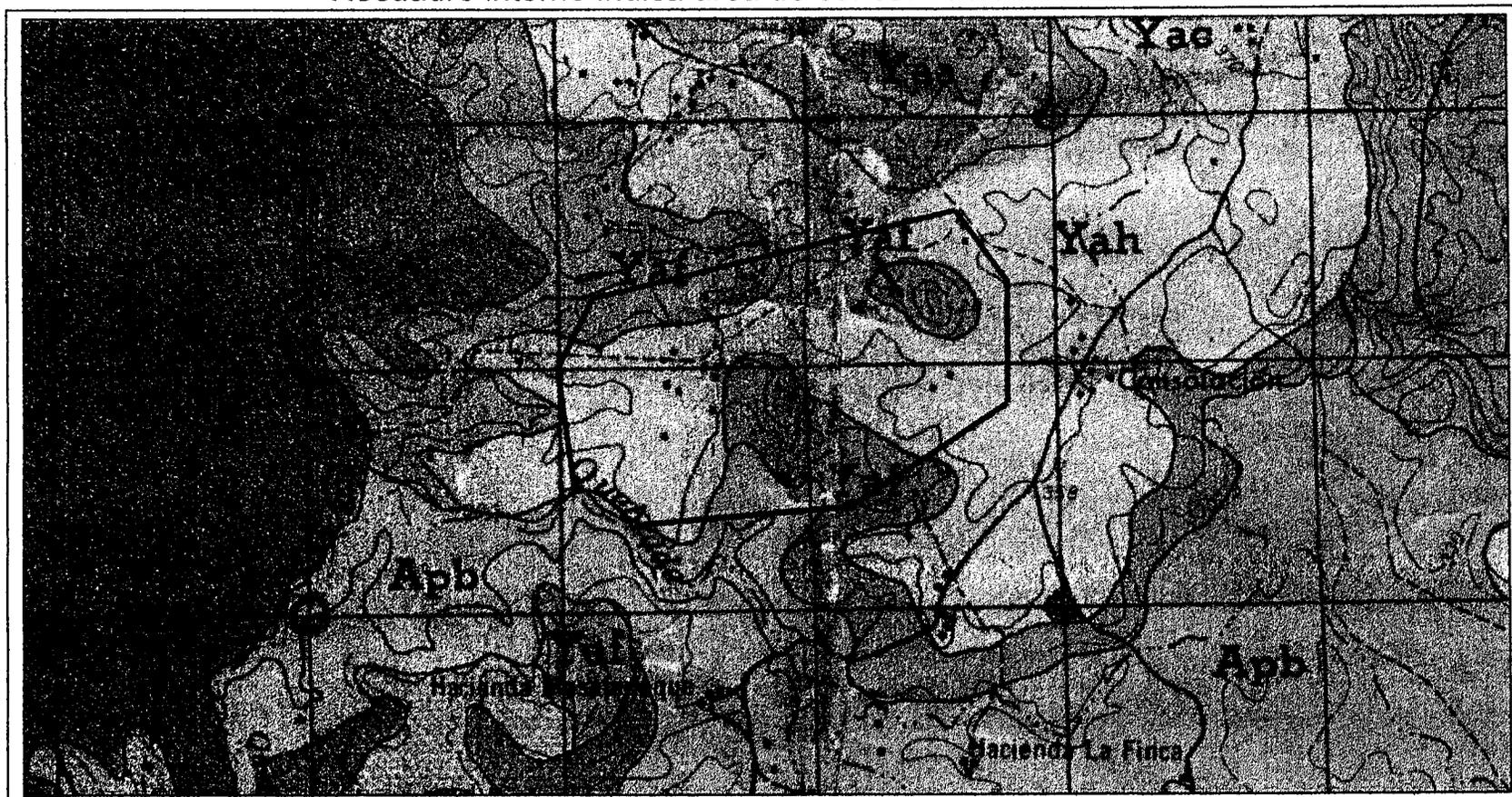


Figura 2: Mapa Hidrológico y de ubicación de La Comunidad Las Delicias.  
 Recuadro interno indica área actual de concentración de viviendas.

ESC. 1 : 25,000

Figura 3: Mapa de Suelos de La Comunidad Las Delicias.  
Recuadro interno indica área de concentración de viviendas.



BIOGAS CON ESTIERCOL BOVINO, LAS DELICIAS, SUCHITOTO, CUSCATLAN.

GRAFICA DE CALIFICACIÓN DE LOS 18 EXPERTOS ENCUESTADOS.

SEGUNDA RONDA DE EVALUACIÓN.

3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

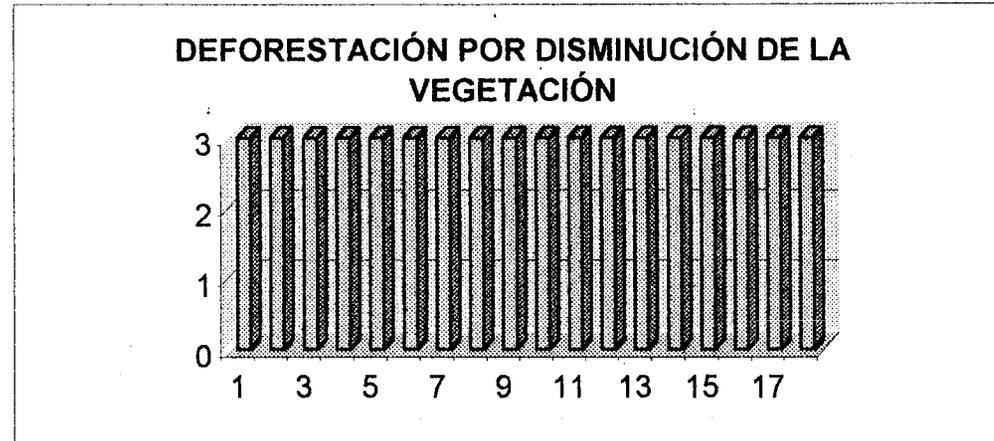


FIGURA 4: Grafica del indicador Deforestación por disminución de la vegetación.

3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

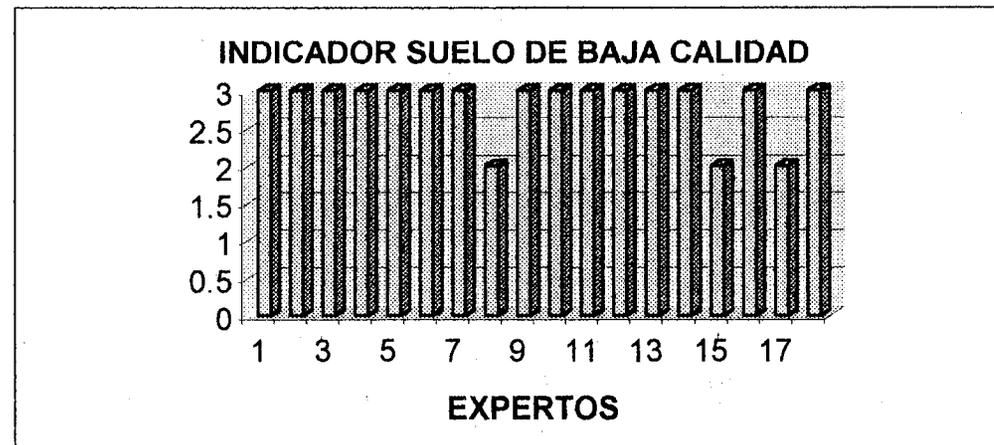


FIGURA 5: Grafica del indicador suelo de baja calidad.

BIOGAS CON ESTIERCOL BOVINO, LAS DELICIAS, SUCHITOTO, CUSCATLAN.

GRAFICA DE CALIFICACIÓN DE LOS 18 EXPERTOS ENCUESTADOS.

SEGUNDA RONDA DE EVALUACIÓN.

3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



FIGURA 6: Grafica del indicador Cambio en la calidad del áire.

2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

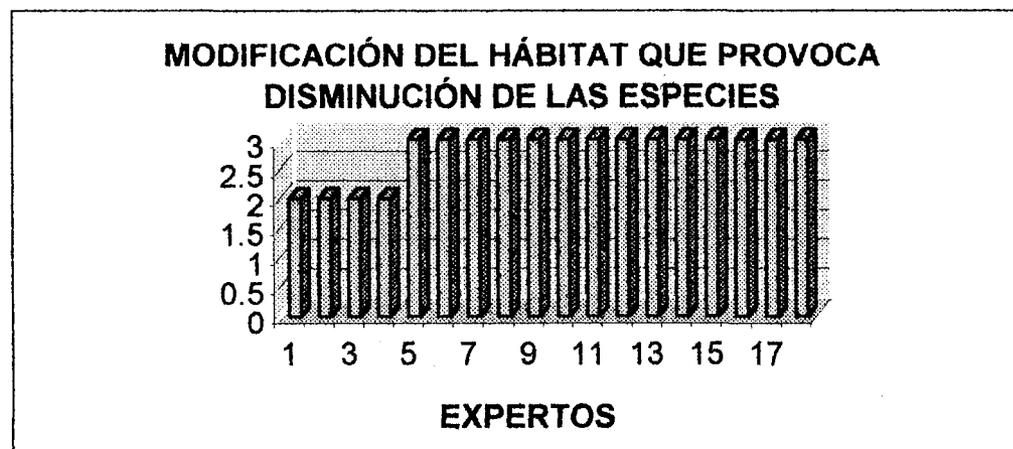


FIGURA 7: Grafica del indicador modificación del áire que provoca disminución de las especies

EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LA RODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE BIÓGAS CON ESTIERCOL BOVINO, LAS DELICIAS, SUCHITOTO, CUSCATLÁN.

GRAFICA DE CALIFICACIÓN DE LOS 18 EXPERTOS ENCUESTADOS.

TERCERA RONDA DE EVALUACIÓN.

3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

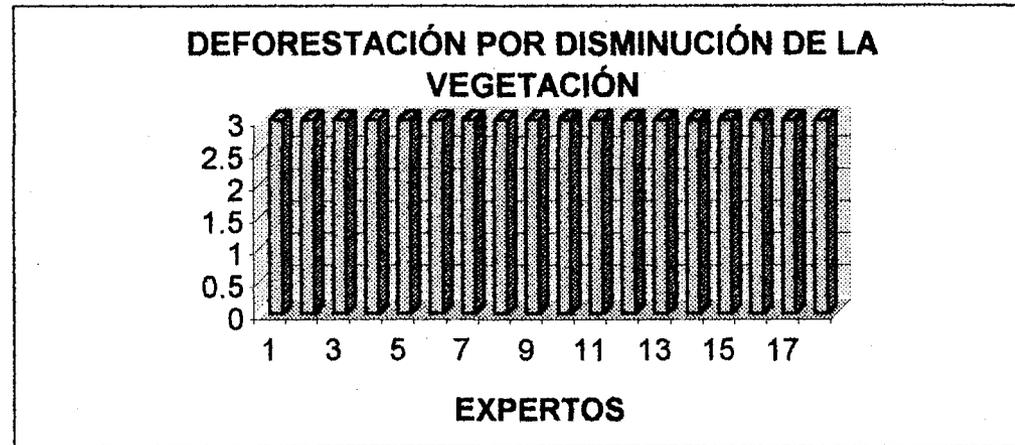


FIGURA 8: Grafica del indicador Deforestación por disminución de la vegetación

3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

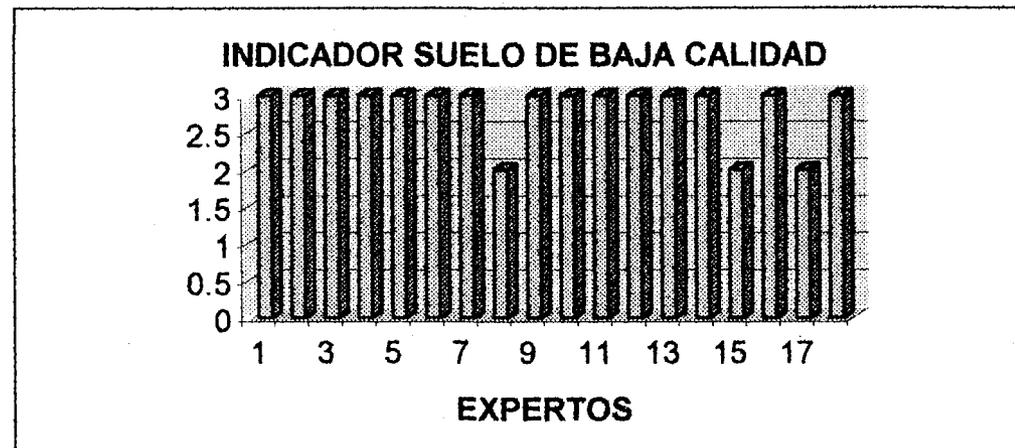


FIGURA 9: Grafica del indicador escazes de leña

EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LA RODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE BÍOGAS CON ESTIERCOL BOVINO, LAS DELICIAS, SUCHITOTO, CUSCATLÁN.

GRAFICA DE CALIFICACIÓN DE LOS 18 EXPERTOS ENCUESTADOS.

TERCERA RONDA DE EVALUACIÓN.

2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

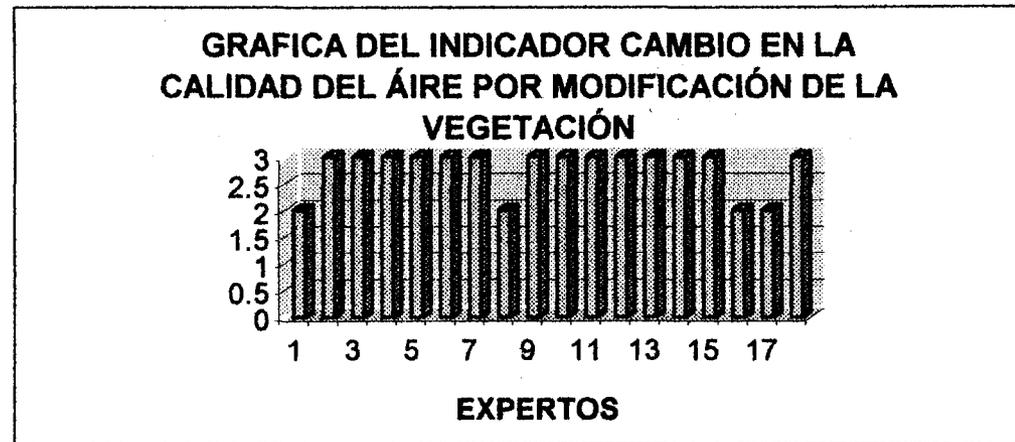


FIGURA 10: Grafica del indicador Cambio en la calidad del áire por modificación de la vegetación

2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

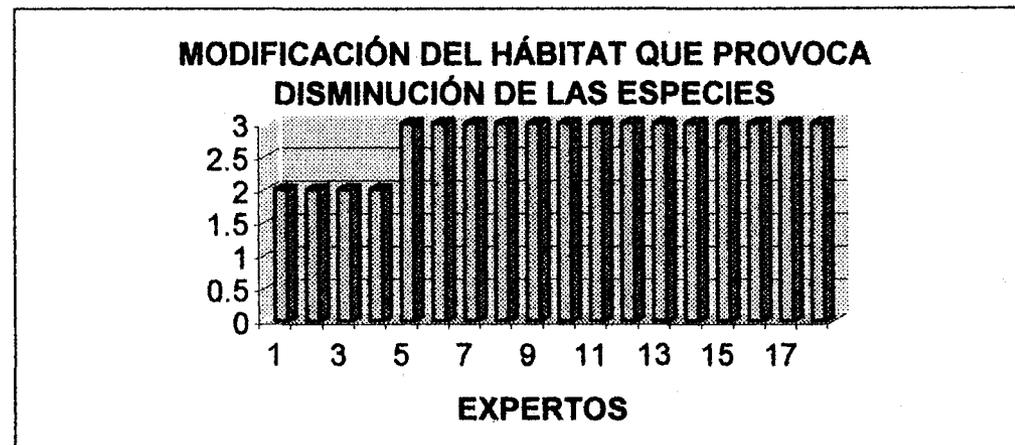


FIGURA 11: Grafica del indicador modificación del hábitat que provoca disminución de las especies

¿CÓMO SE SIENTE LA SITUACIÓN MEDIO AMBIENTAL EN LA COMUNIDAD LAS DELICIAS, HACIENDO ENFASIS PRINCIPALMENTE EN LOS PROBLEMAS DE?

SUELO: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

FLORA: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

FAUNA: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

AGUA: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

AIRE: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

HOMBRE: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

TEMA : EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LA PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE BIÓGAS CON ESTIERCOL BOVINO, LAS DELICIAS, SUCHITOTO, CUSCATLÁN.

## SEGUNDA RONDA.

### OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

#### GENERAL :

Realizar un estudio de impacto ambiental de la producción y utilización de biogas en la comunidad Las Delicias.

#### ESPECIFICOS :

- 1 - Identificar los indicadores ambientales en la zona de estudio
- 2 - Determinar las acciones del proyecto que afectan al entorno.
- 3 - Determinar las condiciones en que se encuentra la flora, fauna, suelo e hidrología de la zona en estudio.

#### DESCRIPCIÓN.

Cada una de las personas deberá de ponderar con un numero cada una de las variables ambientales detectadas, en la primera ronda considerando lo que para ustedes afecta el medio ambiente en la comunidad Las Delicias. Las variables se arreglaron en orden alfabético.

#### DEFINICIONES :

##### PERCEPCIÓN :

Es la forma de como las personas sienten y expresan determinados problemas ambientales de la comunidad.

##### IMPORTANCIA :

Es el orden gerarquico en que la persona clasifica un determinado problema.

##### CONTROL :

Es la forma de como la persona podría contrarrestar una determinada actividad que provoca daños al entorno de la comunidad.

#### ESCALA :

##### IMPORTANCIA :

- 1 - POCA IMPORTANCIA
- 2 - MEDIANA IMPORTANCIA
- 3 - ALTA IMPORTANCIA

##### CONTROL :

- 1 - NINGUNO
- 2 - MEDIO
- 3 - ALTO

Figura 13

TEMA: EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LA PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE BÍOGAS CON ESTIERCOL BOVINO  
 LAS DELICIAS, SUCHITOTO, CUSCATLAN.

Nº \_\_\_\_\_

SEGUNDA RONDA DE CONSULTAS

NOMBRE : \_\_\_\_\_

#	VARIABLE AMBIENTAL	Importancia	Control
		Respuesta promedio (1-3)	(1-3)
4	Deforestación(disminución de la vegetación)		
13	Suelo de baja calidad		
3	Cambio en la calidad del aire por la modificación de la vegetación		
9	Modificación del hábitat que provoca disminución de las especies		
10	Perdida de especies nativas por la tala de arboles e incendios		
12	Reducción de especies de fauna nativa		
14	Suelos erosionados por la lluvia		
7	Incremento de la temperatura en la zona		
11	Pocas plantas de cada una de las especies		
8	La calidad del aire se altera en la época de la zafra		
5	El humo de la leña provoca enfermedades respiratorias		
6	Falta de arboles frutales		
15	Uso de agroquímicos		
2	contaminación por heces fecales		
1	Alta disponibilidad de agua		

TEMA : EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LA PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE BIÓGAS CON ESTIERCOL BOVINO, LAS DELICIAS, SUCHITOTO, CUSCATLÁN.

### TERCERA RONDA.

#### OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

##### GENERAL :

Realizar un estudio de impacto ambiental de la producción y utilización de biogas en la comunidad Las Delicias.

##### ESPECIFICOS :

- 1.- Identificar los indicadores ambientales en la zona de estudio.
- 2.- Determinar las acciones del proyecto que afectan al entorno.
- 3.- Determinar las condiciones en que se encuentra la flora, fauna, suelo e hidrología de la zona en estudio.

##### DESCRIPCIÓN.

Cada una de las personas deberá de ponderar con un numero cada una de las variables ambientales detectadas, en la primera y segunda ronda de consultas y ademas de reponderar cuando sea necesario.

Las variables se arreglaron en orden de importancia.

##### DEFINICIONES :

##### PERCEPCIÓN :

Es la forma de como las personas sienten y expresan determinados problemas ambientales de la comunidad.

##### IMPORTANCIA :

Es el orden jerárquico en que la persona clasifica un determinado problema.

##### CONTROL :

Es la forma de como la persona podría contrarrestar una determinada actividad que provoca daños al entorno de la comunidad.

##### REPONDERACIÓN :

Se refiere a la rectificación o no de la calificación otorgada anteriormente reflejada en la encuesta actual.

##### ESCALA :

##### IMPORTANCIA :

- 1 - POCA IMPORTANCIA
- 2 - MEDIANA IMPORTANCIA
- 3 - ALTA IMPORTANCIA

##### CONTROL :

- 1 - NINGUNA
- 2 - MEDIO
- 3 - ALTO

TEMA: EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LA PRODUCCION Y UTILIZACION DE BIOGAS CON ESTIERCO DE EQUINO  
 LAS DELICIAS, SUCHITOTO, CUSCATLAN

Nº \_\_\_\_\_

TERCERA RONDA DE CONSULTAS

NOVERE \_\_\_\_\_

#	VARIABLE AMBIENTAL	Importancia Control		Importancia Control		Importancia Control	
		Respuesta (1-3)	promedio (1-3)	Respuesta persona (1-3)	Reponderación (1-3)	Reponderación (1-3)	Reponderación (1-3)
4	Deforestación (disminución de la vegetación)	3	1.94				
13	Suelo de baja calidad	2.83	1.89				
3	Cambio en la calidad del aire por la modificación de la vegetación	2.78	1.89				
8	Modificación del hábitat que provoca disminución de las especies	2.78	1.67				
10	Pérdida de especies nativas, por la tala de árboles e incendios	2.78	1.5				
12	Reducción de especies de fauna nativa	2.78	1.78				
14	Suelos erosionados por la lluvia	2.72	1.78				
7	Incremento de la temperatura en la zona	2.67	2				
11	Pocas plantas de cada una de las especies	2.67	1.61				
5	La calidad del aire se altera en la época de la zafra	2.61	1.83				
8	El humo de la leña provoca enfermedades respiratorias	2.56	1.06				
6	Falta de árboles frutales	2.44	1.56				
15	Uso de agroquímicos	2.06	1.33				
2	Contaminación por heces fecales	1.72	1.17				
1	Falta disponibilidad de agua	1.06	1.25				

NOTA: Si la diferencia de reponderación es mayor de 0.5 debe de razonar la respuesta.

Razonar la respuesta \_\_\_\_\_

TEMA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN LA PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE BIÓGAS CON ESTIERCOL BOVINO LAS DELICIAS, SUCHITOTO, CUSCATLAN  
 MATRIZ DE PONDERACION

IMPORTANCIA  
 CONTROL



SEGUNDA RONDA.

EXPERTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	TOTAL	PROMEDIO	POSICION	
VARIABLES																						
	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	1.05	15	
	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	23	1.08		
	3	3	3	3	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	1	2	31	1.72	14	
	2	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21	1.17		
	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	50	2.8	3	
	3	2	2	2	3	2	1	2	2	2	2	2	1	2	3	1	1	1	34	1.89		
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	54	3	1	
	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	35	1.94		
	3	3	3	3	2	3	3	2	1	1	3	3	3	3	3	1	3	2	45	2.5	11	
	2	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	2	1	1	3	1	3	3	28	1.55		
	3	3	3	2	2	3	3	1	2	3	2	3	2	2	3	2	2	3	44	2.42	12	
	2	2	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	32	1.78		
	3	2	2	3	3	2	1	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	48	2.67	8	
	3	2	1	1	2	1	1	2	2	2	2	1	2	2	3	2	2	2	33	1.83		
	2	2	3	3	2	3	3	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	47	2.61	10	
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	1.05		
	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	50	2.78	4	
	3	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	32	1.78		
	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	50	2.78	5	
	2	2	2	1	2	2	1	1	2	2	1	2	2	1	3	1	2	1	30	1.67		
	3	2	3	3	3	3	1	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	48	2.67	9	
	2	2	2	1	2	2	1	3	1	2	2	1	1	1	2	1	1	2	29	1.61		
	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	50	2.78	6	
	2	1	1	1	2	1	1	1	2	2	2	2	2	1	2	1	2	1	27	1.5		
	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	51	2.83	2	
	3	2	1	2	2	1	1	1	2	3	2	2	2	1	3	1	3	2	34	1.89		
	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	2	3	1	3	49	2.72	7	
	2	3	2	1	2	1	1	3	2	3	2	2	1	1	3	2	3	2	36	2		
	2	1	1	1	2	1	3	1	3	1	2	3	3	3	2	3	2	3	37	2.05	13	
	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	3	1	2	2	24	1.33		

Figura 15

TEMA. EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL EN LA PRODUCCION Y UTILIZACION DE BIOGAS CON ESTIERCOL BOVINO. LAS DELICIAS, SUCHITOTO, OJUCATLAN  
 MATRIZ DE PONDERACION

A = IMPORTANCIA  
 B = CONTROL

A
B

TERCERA RONDA DE CONSULTA.

EXPERTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	TOTAL	PROMEDIO	POSICION	
VARIABLES																						
	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	20	1.11	15	
	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	23	1.17		
	3	3	3	3	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	1	2	31	1.72	14	
	2	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21	1.17		
	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	50	2.78	3	
	3	2	2	2	3	2	1	2	2	2	2	2	1	2	3	1	1	1	34	1.89		
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	54	3	1	
	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	35	1.94		
	3	3	3	3	2	3	3	2	1	1	3	3	3	3	3	1	3	2	45	2.5	11	
	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	3	1	3	3	27	1.5		
	3	3	3	2	2	3	3	1	2	3	2	3	2	2	3	2	2	3	44	2.44	12	
	3	2	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	33	1.83		
	3	2	2	3	3	2	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	49	2.72	7	
	3	2	1	1	2	1	1	2	2	2	2	1	2	2	3	2	2	2	33	1.83		
	2	3	3	3	2	3	3	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	48	2.67	9	
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	1.06		
	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	50	2.78	4	
	3	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	32	1.78		
	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	50	2.78	5	
	2	2	2	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	1	3	1	2	1	29	1.61		
	3	2	3	3	3	3	1	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	49	2.67	10	
	2	2	2	1	2	2	1	3	1	2	2	2	1	1	2	1	1	2	30	1.67		
	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	50	2.78	6	
	2	1	1	1	2	1	1	1	2	2	2	2	2	1	2	1	2	1	27	1.5		
	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	51	2.83	2	
	3	2	1	2	2	1	1	1	2	3	2	2	2	1	3	1	3	2	34	1.89		
	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	2	3	1	3	49	2.72	8	
	2	3	2	1	2	1	1	3	2	3	2	2	1	1	3	3	3	2	37	2.06		
	2	1	3	1	2	1	3	1	3	1	2	3	3	3	2	3	2	3	39	2.17	13	
	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	3	1	2	2	25	1.39		

Columnas Expertos

Filas Variables Ambientales

TEMA: EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN LA PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE BÍOGAS CON ESTIERCOL BOVINO, LAS DELICIAS, SUCHITOTO, CUSCATLAN.  
MATRIZ DE LEOPOLD.

A = Magnitud

B = Importancia

Magnitud	Importancia
1	baja 1
2	Media 2
3	Alta 3

	FASE DE PREINSTALACIÓN					FASE DE CONSTRUCCIÓN							FASE DE FUNCIONAMIENTO					TOTAL
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	
1 Deforestación(Disminución de la vegetación).		-1	-1										3	2	-1			2
		-3	-1										3	3	-1			1
2 Suelo de baja calidad.		1																1
		1																1
3 Cambio de calidad del aire por la modificación de la vegetación.		-1											2		-1			0
		-1											3		-1			1
4 Modificación del habitat que provoca disminución de las especies.		-1											2		-1			0
		-1											3		-1			1
5 Perdida de especies nativas, por la falta de arboles e incendios.													2					2
													2					2
6 Reducción de especies de fauna nativa													2		-1			1
													2		-1			1
7 Incremento de la temperatura en la zona																		
8 Suelos erosionados por la lluvia			-1															-1
			-1															-1
9 La calidad del aire se altera en la epoca dela zafra.																		
10 Pocas plantas de cada una de las especies													2		-1			1
													3		-1			2
11 El humo de la leña provoca enfermedades respiratorias.													3	3	-3			3
													3	3	-3			3
12 Falta de arboles frutales.																		
13 Uso de agroquimicos.														3	3			6
														3	3			6
14 Contaminación por heces fecales.																		
15 Alta disponibilidad de agua.																		
TOTAL		-2	-2										16	8	-5			15
		-4	-2										19	9	-5			17

Figura 17

## Figura 18: DISEÑO DEL SISTEMA BIOGAS

### Ventajas:

Se evita el humo, Disminuye la tala de arboles, las enfermedades respiratorias y se prepara la comida en menos tiempo.

