



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de ingeniería Mecánica Industrial

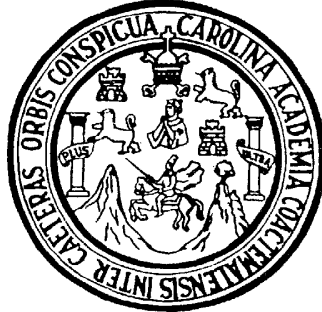
**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y  
EMISIONES ATMOSFÉRICAS EN LA GRANJA PORCICULTORA HEBRÓN**

**Henry Estuardo Mutzus Galván**

Asesorado por el Ing. Mauricio Javier Ortíz Cardona

Guatemala, julio de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y  
EMISIONES ATMOSFÉRICAS EN LA GRANJA PORCICULTORA HEBRÓN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**Henry Estuardo Mutzus Galván**

ASESORADO POR EL ING. Mauricio Javier Ortíz Cardona

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, JULIO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Karla Elizabeth Martínez Vargas
EXAMINADOR	Ing. César Augusto Akú astillo
EXAMINADOR	Ing. Walter Leonel Ávila Echeverría
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **PROPUESTA DE UN PLAN DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES ATMOSFÉRICAS EN LA GRANJA PORCICULTORA HEBRÓN**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 15 de febrero 2011.



Henry Estuardo Mutzus Galván

Guatemala, 9 de abril de 2012.

Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas  
Director de Escuela  
Escuela de Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería, USAC

Por este medio le informo que la asesoría de la elaboración del trabajo de graduación del estudiante de Ingeniería Industrial Henry Estuardo Mutzus Galván con carné 94-41038, denominado **PROPUESTA DE UN PLAN DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES ATMOSFÉRICAS EN LA GRANJA PORCICULTORA HEBRÓN** ha sido concluida a satisfacción de acuerdo al contenido propuesto y autorizado por la Facultad.

Sin otro particular,

Atentamente,



~~Ing. Mauricio Javier Ortiz Cardona~~

Colegiado No. 7,364

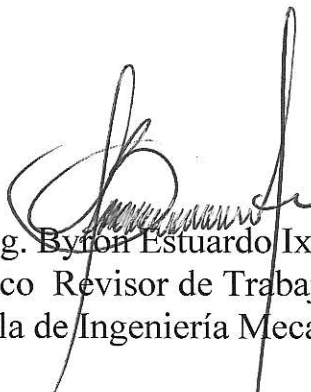
*Mauricio Javier Ortiz Cardona*  
INGENIERO INDUSTRIAL  
COL. No. 7364



REF.REV.EMI.063.012

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROPUESTA DE UN PLAN DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES ATMOSFÉRICAS EN LA GRANJA PORCICULTORA HEBRÓN**, presentado por el estudiante universitario **Henry Estuardo Mutzus Galvan**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Ing. Byron Estuardo Ixpatá Reyes  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Ingeniero Mecánico Industrial  
Colegio No. 679

Guatemala, marzo de 2012.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PROPUESTA DE UN PLAN DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES ATMOSFÉRICAS EN LA GRANJA PORCICULTORA HEBRÓN**, presentado por el estudiante universitario **Henry Estuardo Mutzus Galván**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, julio de 2012.

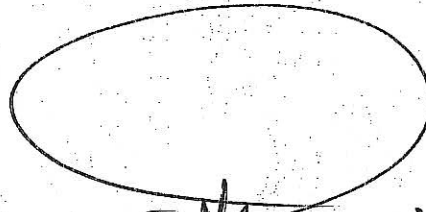
/mgp



Ref. DTG.328.2012

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA DE UN PLAN DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES ATMOSFÉRICAS EN LA GRANJA PORCICULTORA HEBRÓN**, presentado por el estudiante universitario Henry Estuardo Mutzus Galván, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.



Ing. Murphy Olympo Paiz Reinos  
Decano



Guatemala, julio de 2012

/cc



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Mis padres</b>	Víctor Mutzus y Clemencia Galván, por darme la vida, apoyarme y estar conmigo siempre.
<b>Mis hermanos</b>	Rosa, William y Claudia, Mutzus Galván, por su apoyo y cariño.
<b>Mis abuelos</b>	Pablo Roballos y Margarita Caal, por sus sabios consejos.
<b>Mis amigos</b>	Por todos los momentos que hemos compartido.
<b>Mi asesor</b>	Ing. Mauricio Javier Ortiz Cardona, por su colaboración para la elaboración de este trabajo de graduación.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
GLOSARIO .....	VII
RESUMEN .....	IX
OBJETIVOS .....	XI
INTRODUCCIÓN .....	XIII
1. ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA.....	1
1.1. La granja.....	1
1.1.1. Historia y antecedentes de la empresa .....	1
1.1.2. Ubicación .....	2
1.1.3. Misión.....	3
1.1.4. Visión .....	3
1.1.5. Políticas.....	4
1.1.6. Actividades y productos .....	4
2. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....	7
2.1. Descripción del proceso actual de producción.....	7
2.1.1. Etapa de reproducción y gestación .....	8
2.1.2. Etapa de maternidad.....	9
2.1.3. Etapa de destete .....	10
2.1.4. Etapa de desarrollo y crecimiento .....	11
2.1.5. Etapa de engorde.....	11
2.1.6. Insumos para el proceso productivo .....	13
2.2. Identificación de las fuentes generadoras de desechos en la granja .....	16

2.2.1.	Emisiones atmosféricas .....	18
2.2.2.	Residuos sólidos.....	18
2.2.2.1.	Orgánicos .....	19
2.2.2.2.	Domésticos .....	19
2.2.2.3.	Peligrosos .....	19
2.2.3.	Residuos líquidos .....	20
2.2.4.	Ruidos.....	20
2.2.5.	Olores .....	20
3.	PROPUESTA PARA EL MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS, LIQUIDOS Y ATMOSFÉRICOS .....	23
3.1.	Manejo de animales .....	23
3.1.1.	Instalaciones.....	23
3.1.2.	Cuarentena .....	26
3.1.3.	Supervisión clínica .....	28
3.1.4.	Supervisión del personal de la granja .....	28
3.1.5.	Identificación de los cerdos.....	29
3.2.	Manejo de desechos.....	30
3.2.1.	Residuos sólidos.....	31
3.2.1.1.	Excretas .....	31
3.2.1.2.	Animales muertos .....	32
3.2.1.3.	Biodigestores .....	33
3.2.1.4.	Compostaje.....	34
3.2.2.	Residuos líquidos .....	35
3.2.2.1.	Lagunas de tratamiento anaeróbico.....	36
3.2.2.2.	Sistema de tratamiento de aguas residuales .	38
3.2.3.	Emisiones atmosféricas .....	38
3.3.	Proceso de reciclaje .....	39
3.4.	Embalaje.....	40

4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA .....	41
4.1.	Organización para la implementación .....	41
4.2.	Persona de coordinación .....	41
4.2.1.	Alta gerencia .....	42
4.2.2.	Administrador de la granja .....	43
4.2.3.	Supervisores .....	43
4.3.	Planeación de recursos .....	44
4.3.1.	Recurso humano.....	44
4.3.2.	Equipo.....	45
4.4.	Programa de capacitación .....	45
4.4.1.	Personal encargado de la capacitación .....	45
4.4.2.	Objetivos de la capacitación.....	46
4.4.3.	Proceso de capacitación .....	47
4.5.	Equipo para el manejo de desechos.....	48
4.5.1.	Gafas .....	49
4.5.2.	Guantes.....	50
4.5.3.	Mascarillas .....	51
4.5.4.	Overoles.....	51
4.6.	Cronograma de actividades .....	52
4.7.	Costos generados por la implementación.....	53
5.	SEGUIMIENTO Y MEJORA .....	57
5.1.	Evaluación del programa de capacitación .....	57
5.1.1.	Evaluación práctica .....	57
5.1.2.	Evaluación teórica.....	58
5.2.	Monitoreo de consumo .....	58
5.2.1.	Agua.....	59
5.2.2.	Energía.....	60
5.2.3.	Materia prima .....	61

5.3.	Monitoreo del mantenimiento de equipo e instalaciones .....	62
5.4.	Monitoreo de la generación de residuos.....	62
5.4.1.	Residuos sólidos.....	62
5.4.2.	Residuos líquidos .....	63
5.4.3.	Efectos acumulativos .....	64
5.5.	Monitoreo de reutilización y reciclaje.....	65
CONCLUSIONES.....		67
RECOMENDACIONES .....		69
BIBLIOGRAFÍA.....		71
APÉNDICE .....		73
ANEXOS.....		81

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Municipio de San Juan Sacatepéquez .....	3
2.	Cerda madre alimentando crías .....	5
3.	Proceso de producción de cerdos .....	13
4.	Diagrama de entradas y salidas de producción de cerdos.....	21
5.	Foso o pozo para animales muertos .....	33
6.	Biodigestores.....	34
7.	Compostaje .....	35
8.	Laguna de tratamiento anaeróbico.....	37
9.	Organización para la implementación del plan de desechos .....	42
10.	Gafas.....	49
11.	Guantes.....	50
12.	Mascarillas .....	51
13.	Overoles .....	52
14.	Cronograma de implementación .....	53

### TABLAS

I.	Tipo de insumos o productos utilizados.....	14
II.	Consumo de agua .....	15
III.	Supervisión de las instalaciones .....	26
IV.	Supervisión de personal.....	29
V.	Responsabilidades del equipo de protección personal .....	48
VI.	Costos asociados .....	54

VII. Cálculos realizados para evaluar proyecto ..... 55

VIII. Monitoreo de la calidad del agua ..... 3

## GLOSARIO

<b>Aeróbico</b>	Proceso en que microorganismos requieren oxígeno para llevar a cabo sus reacciones metabólicas.
<b>Aguas residuales</b>	Mezcla producida por excretas y el agua utilizada para el lavado de los corrales.
<b>Anaeróbico</b>	Proceso en que microorganismos se desarrollan en ausencia de oxígeno, generando CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y compuestos orgánicos de bajo peso molecular como subproductos.
<b>Cerdaza</b>	Excretas de cerdos en todas las etapas de producción.
<b>Compostaje</b>	Tratamiento aeróbico que convierte los residuos orgánicos en humus, por medio de la acción de microorganismos, esencialmente bacterias y hongos.
<b>Excretas</b>	Conjunto de orina y heces que produce el animal; material sólido y líquido producido por el metabolismo de los animales en producción.



<b>Lixiviado</b>	Líquido proveniente de los residuos sólidos, el cual se forma por reacción, arrastre o percolación, y que contiene componentes disueltos o en suspensión.
<b>Purines</b>	Mezcla producida por las excretas animales líquidas y sólidas, el agua de lavado de pisos y la cama animal propiamente tal (paja, viruta, u otro material) compuesta mayoritariamente por residuos vegetales fibrosos.
<b>Reactor anaerobic</b>	Sistema por el cual la descomposición de la materia orgánica se logra por bacterias que viven en ausencia de oxígeno, permitiendo la obtención de materia orgánica estabilizada y gas.
<b>Sanitización</b>	Reducción de la carga microbiana que contiene un objeto o sustancia a niveles seguros para la población.
<b>Vectores</b>	Organismos vivos capaces de transportar y transmitir enfermedades causadas por microorganismos patógenos, tanto de forma mecánica como biológica. Los principales vectores asociados a las granjas porcinas son las moscas y roedores.

## RESUMEN

Guatemala es un país eminentemente agrícola, a lo largo del territorio se concentra una gran actividad agroindustrial; el crecimiento poblacional, económico e industrial ha afectado ambientalmente el suelo, agua y aire.

El presente trabajo de graduación se enfoca en los impactos ambientales provocados por los residuos generados por la Granja Porcicultora Hebron, para lo cual se proponen soluciones para mitigarlos. En general, la actividad de este tipo de industria involucra cuatro etapas fundamentales: de gestación, maternidad, destete y engorde. Durante el proceso de engorde de los animales se generan algunos residuos. Los más típicos son los líquidos como los de orina, aguas negras y otros; los desechos sólidos están constituidos, principalmente, por las heces fecales de los animales, latas, envases vacíos de químicos, jeringas, guantes y otros. Las emisiones atmosféricas son causadas por los propios animales que expelen metano y por los vapores desprendidos de los desechos sólidos y líquidos.

Se muestra una propuesta de control de prevención de la contaminación, para reducir o eliminar los residuos que se generan durante el proceso de crianza de los cerdos.

Los beneficios de la toma de medidas de prevención llevan a una mayor eficiencia, logrando un menor costo con el control de la contaminación y finalmente una mejor calidad de vida para los trabajadores y los cerdos de la granja.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar mediante un estudio técnico la propuesta de un plan de manejo de desechos sólidos, líquidos y emisiones atmosféricas que sirva de guía para la Granja Porcicultora Hebrón de forma que se minimice la contaminación del medio ambiente.

### **Específicos:**

1. Determinar los elementos necesarios en el diseño de área propuesta para el control y prevención de la contaminación por desechos generados en la porcicultura.
2. Realizar un análisis de cómo actualmente son manejados los desechos en la granja porcicultora mediante la observación directa e inspección del área de trabajo.
3. Establecer cuáles son las fuentes principales de generación de desechos sólidos, líquidos y emisiones atmosféricas y su impacto.
4. Identificar las mejores técnicas de manejo de desechos que contribuyan a eliminar y minimizar los impactos negativos al medio ambiente.

5. Proponer los cambios en los procedimientos operativos, asignación de recursos humanos y equipo, para que el proceso productivo sea más eficiente y con menor nivel de desperdicio.
6. Informar y capacitar a los colaboradores sobre las técnicas que faciliten el manejo de desechos sólidos y líquidos.
7. Evaluar la eficiencia del plan mediante el registro y monitoreo de los residuos sólidos y líquidos.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, existe una constante preocupación por el cuidado del medio ambiente y se reconoce que toda actividad productiva genera impactos ambientales que varían en grados de mayor a menor relevancia, pero existe la posibilidad de minimizarlos al aplicar el principio de prevención.

Bajo esta premisa nace el concepto de Producción más Limpia, lo cual implica que las industrias pueden aplicar estrategias ambientales preventivas con el fin de optimizar la gestión integral y mejorar su desempeño ambiental.

El presente trabajo pretende el adecuado uso de los recursos e insumos como materias primas, agua y energía eléctrica reduciendo los desechos generados por el proceso productivo generando una mayor rentabilidad tanto económica como ambiental.

Como primer punto, se hará una revisión de los antecedentes de la empresa con el objetivo de conocer el entorno, asimismo, una descripción del proceso productivo actual así como la identificación de fuentes generadoras de desechos para después presentar la propuesta para el manejo de los mismos y luego dar los lineamientos para que la implementación de la propuesta se lleve a cabo. Por último, dar seguimiento a la propuesta; con el objetivo de medir el avance y mejora.



# **1. ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA**

## **1.1. La granja**

La crianza de cerdos para fines industriales se fundamenta en principios científicos, para lo cual se hace necesario conocer la técnica para maximizar las condiciones, del clima, el tipo de transporte, las herramientas necesarias para el trabajo, la influencia de la demanda de producto y el mercadeo. Todas estas condiciones que conforman las enseñanzas prácticas, proporcionarán al porcicultor las herramientas necesarias para que se tenga el mínimo de costos, mayor rendimiento económico y por lo tanto mayores ingresos.

La Granja Porcicultora Hebrón es una empresa que se dedica a la crianza, compra-venta de ganado porcino para engorde y a la comercialización, contribuyendo en el proceso de elaboración de productos cárnicos y alimenticios.

### **1.1.1. Historia y antecedentes de la empresa**

La granja comenzó a construirse en enero del 2006. Inició la obra con la instalación de las galeras de gestación, maternidad y destete. Por último, se construyó el área de cuarentena. Llevó aproximadamente 6 meses la construcción de dichas galeras, que inicialmente se hicieron a base de bambú y luego con el tiempo este material se cambió por madera.



Para finales de julio de 2006, ya con las galeras construidas comenzó a poblarse la granja con cerdas o vientres que al cabo de 4 meses, aproximadamente, comenzarían a producir lechones y cerdo gordo para la venta al mercado local en el municipio de San Juan Sacatepéquez y para la venta en la ciudad capital. De esa manera, en diciembre del mismo año se dio la primera producción de lechones para la venta.

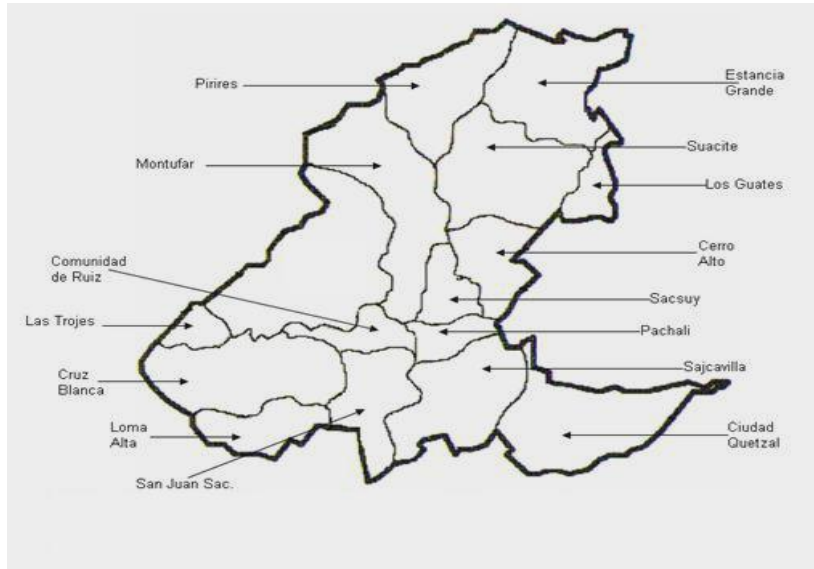
Hasta la fecha, 2012, la granja lleva cinco años de existencia y continúa produciendo cerdo en pie para la venta. Tiene proyectos de expandir sus instalaciones en un futuro y cuenta con la liquidez y solvencia necesarias, para mantenerse en el mercado por varios años más.

### **1.1.2. Ubicación**

La Granja está ubicada en el municipio de San Juan Sacatepéquez a 30 kilómetros, aproximadamente de la ciudad capital, el municipio cuenta con una extensión territorial de 242 kilómetros cuadrados, 193,000 habitantes aproximadamente, según datos estadísticos del 2006 y en donde convergen una mezcla de culturas, evidenciando el desarrollo social y económico de su gente.

San Juan Sacatepéquez cuenta con: 13 aldeas, 43 caseríos y varias colonias, el idioma predominante es el Kaqchikel, aunque en la cabecera municipal se habla el idioma español. Específicamente, la granja se encuentra ubicada en el lote 9, sector 6, caserío Pacajay, Idea Cruz Blanca, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

Figura 1. **Municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala**



Fuente: <http://sanjuansacatepequez.net>. Consulta: 15 de febrero de 2012.

### **1.1.3. Misión**

“Tener una relación comercial constante con el cliente, además de ser una empresa responsable, honesta, en busca de la calidad total en servicios y productos. Promover la rentabilidad, el desarrollo competitivo y sostenible de la granja a través de la planeación, la información veraz y oportuna para la toma de decisiones y la competitividad de su personal de apoyo profesional”.

### **1.1.4. Visión**

“Ser la empresa líder en producción y comercialización de cerdo para consumo en el país. Ser una granja que promueva una porcicultura rentable, sostenida, competitiva y amigable con el medio ambiente, que provea carne higiénica y de calidad, confiable al consumidor”.

### **1.1.5. Políticas**

Las políticas actuales no son las de producir más, sino de mejor calidad con rentabilidad, productos diferenciados, inocuos y acorde a las necesidades de los consumidores. Esto ha hecho que el personal de la granja se involucre más en la producción y salud de los animales, al reducir el riesgo de infección e implementar las medidas de prevención, como también, aplicar la bioseguridad en todas las áreas y procesos de la granja, tomando en cuenta las necesidades del consumidor, con un enfoque hacia la salud pública, proporcionando un valor agregado a los productos.

Entre las políticas se pueden mencionar:

- Educar continuamente al personal de la granja sobre las prácticas relacionadas con el manejo adecuado de los cerdos.
- Cuidar la salud de los cerdos a través del monitoreo y mejora de las áreas de producción, tomando en cuenta la bioseguridad.
- Las distintas áreas deben trabajar de manera conjunta, para lograr una mejora continua de la granja y la satisfacción completa del consumidor.

### **1.1.6. Actividades y productos**

Granja Porcicultora Hebrón se dedica a la crianza de cerdo para la venta. Los lechones que se producen tienen una excelente calidad ya que son producto de una genética que les aporta características excepcionales. El macho que se utiliza para la producción de los cerdos es de la genética Vivanda 300 y la madre es de la genética Fertilis 20.

Las características genéticas del lechón que se produce incluyen:

- Alto nivel sanitario
- Mejor ganancia de peso
- Grasa dorsal de 19,8 mm
- Área de lomo 66.6 mm
- Alta producción de carne magra 54.8%
- Mejor tamaño en el ojo de la chuleta
- Alta viabilidad y uniformidad de los lechones

A continuación se muestra como son alimentados los cerdos; por parte de la cerda madre.

Figura 2. **Cerda madre**



Fuente: Granja Porcicultora Hebrón.



## **2. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

### **2.1. Descripción del proceso actual de producción**

Dentro del proceso de producción de cerdos confluyen una serie de factores importantes y complejos como la fisiología, la nutrición, el manejo que se combinan y cuyo resultado será la eficiencia del proceso de reproducción.

La productividad en la producción de cerdos se determina midiendo la cantidad de crías que se destetan por el número de reproductoras al año, ¿cómo se deduce el punto clave de este proceso está en la reproducción?

El proceso de producción de la Granja Porcicultora Hebrón se inicia en el área de gestación donde se intenta preñar a la cerda para luego obtener crías o lechones pequeños, que al cabo de veintidós semanas se convertirán en cerdos adultos listos para la venta. Durante el tiempo que transcurre desde que la cría nace hasta que alcanza la edad adulta, se dan las siguientes fases de crecimiento: maternidad, destete, crecimiento, desarrollo y engorde. En los siguientes puntos se tratarán con mayor detalle estas fases.

### **2.1.1. Etapa de reproducción y gestación**

En esta etapa, la hembra presenta celo a partir de los siete meses de edad por lo que se recomienda dejar un tiempo para que se desarrolle y así poder iniciarla en la reproducción. Se debe dejar crecer tanto a los machos como las hembras hasta los ocho meses, ya que al tener una edad adecuada también tendrán el peso indicado. Cuando la hembra presente las condiciones adecuadas en el celo, puede iniciarse la reproducción con el macho. Una de las características para identificar el celo en las hembras es, sí responde a los estímulos mediante el tacto, significará que es el momento idóneo donde puede quedar preñada más fácilmente.

Dentro de la etapa de reproducción la hembra puede quedar preñada mediante dos formas: la monta natural o la inseminación artificial. La monta natural el macho preña a la hembra mediante la realización del acto sexual. En el caso de la inseminación artificial se realiza con un catéter lleno del semen que le fue extraído al macho. Este semen (extraído del macho), se diluye a través de un proceso, se deposita en pequeños contenedores que están conectados al catéter; el cual se introduce en el órgano reproductor de la hembra dejando que el semen fluya dentro de ella. En la granja se utiliza el método de monto natural, ya que el de inseminación artificial conlleva gastos elevados.

Una vez realizada la etapa de reproducción, sigue la de gestación donde la hembra entra a un período que se le denomina preñez, este dura tres meses o su equivalente en días ciento catorce. Dentro de este periodo las cerdas se acondicionan en jaulas individuales especiales, con el objetivo que se le pueda monitorear y brindarles los cuidados necesarios que esta etapa

conlleva y así evitar los problemas relacionados con la temperatura y alimentación.

### **2.1.2. Etapa de maternidad**

Es en esta etapa donde se da el nacimiento de las crías, en jaulas especiales, a donde la hembra es llevada siete días antes del parto. En este lugar, que se le conoce como jaulas cunas, permanecerá entre veintiún y veintiocho días, durante las cuales alimentará a las crías con la leche que produce. Es posible que la hembra no produzca crías a causa de alguna enfermedad, o a una inseminación incorrecta, de lo contrario la hembra produce entre 1 a 15 cerdos los cuales miden alrededor de veinte o treinta centímetros y pesan entre una libra y media a tres libras.

El tiempo que pasan las crías dentro del área de maternidad es de tres semanas o veintiún días en el cual se alimentan de la leche producida por la cerda le llamada calostro. Dentro de este tiempo las crías adquieren consistencia física y su tamaño aumenta con respecto al nacimiento. Además de la leche, también se le alimenta con concentrado peletizado, que son cilindros pequeños, los cuales están hechos de cereales que les proporcionan los nutrimentos necesarios y también se les provee la cantidad de agua que necesiten.

En el área de maternidad debe tenerse especial cuidado, porque conviven dos categorías de cerdos, los cuales tienen necesidades muy diferentes: las hembras y las crías; estas últimas son las más delicadas y por lo tanto requieren un especial cuidado. Se debe tomar en cuenta que el personal encargado de esta área tiene que tener una especialización en el manejo de estas categorías.



En esta área se hace necesario la presencia de una persona en el momento del parto para que pueda garantizarse las siguientes acciones: deberá preparar y tener en óptimas condiciones el cubículo a la hora del parto, estar pendientes que las crías no se enreden con el cordón umbilical, evitar que los restos de la placenta les cubra las fosas nasales lo que puede provocarles asfixia y ayudar en los casos en el cual la cerda presente problemas para expulsar a la cría.

### **2.1.3 Etapa de destete**

Luego que las crías han pasado en el área de maternidad alrededor de veintiún días, sigue la etapa de destete donde los cerdos pequeños son separados de la madre y en lugar de alimentarse de la leche materna se les proporciona el concentrado peletizado cuya carga nutricional es diferente a la anterior etapa.

En la etapa de destete las crías se les proporcionan dos diferentes tipos de alimentos así como agua para que alcance un crecimiento y mejore la consistencia física. También se debe tener especial cuidado porque está es una etapa crítica, ya que las crías poseen pocas defensas y están débiles por lo que debe dárseles una mayor atención.

Existen varios sistemas para destetar a las crías, dentro de estos se pueden mencionar los siguientes:

- Destete precoz: que se realiza a los 21 días (es utilizado en el área comercial).
- Destete normal: se realiza de los 28-30 días.
- Destete tardío: se realiza de los 35-45 días.

El destete que se realiza en la granja porcicultora es el destete normal y también se deben cumplir las siguientes condiciones:

- Cuando las crías están sanas
- Cuando la mayor cantidad de comida son sólidos
- Posean un peso adecuado, de 6-7KG en adelante

#### **2.1.4. Etapa de desarrollo y crecimiento**

Esta etapa comprende, desde la semana once hasta la catorce. Y es durante esta etapa donde los cerdos adquieren peso y desarrollan una mayor musculatura. El rango de peso que alcanzan es de setenta a cien libras y cuyo alimento consiste en concentrados a base de maíz, soya y vitaminas.

En la etapa de desarrollo, que comprende la semana quince hasta la dieciocho, donde se cambia el tipo de alimento de la etapa anterior. El peso ideal dentro de esta etapa debe comprender entre ciento veinte a ciento ochenta libras. Y la altura debería de estar alrededor de medio metro lo cual indica que el cuerpo está casi completamente desarrollado.

#### **2.1.5. Etapa de engorde**

La etapa de engorde es la fase final que tiene el proceso de producción de cerdos, por lo que está listo para su sacrificio y destace para comercializar su carne. Dentro de esta etapa el cerdo alcanza un peso aproximado de ciento noventa a doscientas libras. En esta fase, el cerdo está entre la semana dieciocho y veintidós de vida o su

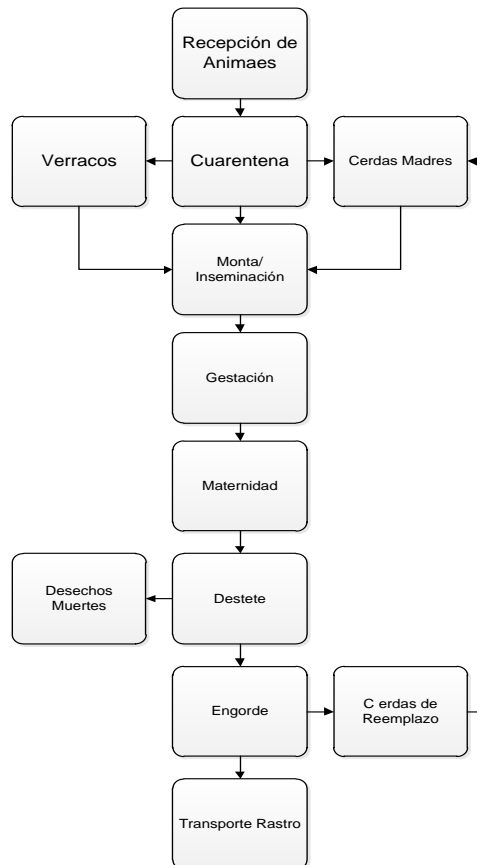
equivalente en días entre ciento veinte y ciento cincuenta. Encontrándose en condiciones ideales para la venta.

Para obtener cerdos sanos y con el peso adecuado, se deben cumplir con las siguientes condiciones:

- Ingreso a salas limpias, desinfectadas y descansadas.
- Condiciones de las galeras limpias y desinfectadas.
- Evitar el hacinamiento, porque esto favorece a riñas y podrían salir lastimados.
- Los alimentos deben ser los adecuados para el crecimiento y engorde.
- Agua fresca y abundante.

Todo el proceso de producción de cerdos se puede resumir en la figura 2.

Figura 3. **Proceso de producción de cerdos**



Fuente: elaboración propia, con información de la Granja Porcicultora.

### 2.1.6. Insumos para el proceso productivo

Es de vital importancia los alimentos que se les suministra a los animales, ya que de esto dependerá que estén en óptimas condiciones para la reproducción, o bien que la calidad de los alimentos que se les suministra se transforme en carne de buena calidad.

Es común olvidar el consumo de agua dentro de la calidad de nutrimentos que se les proporciona a los cerdos según los requerimientos, ésta varía de acuerdo a la etapa en la cual se encuentre el cerdo, como también su estado físico.

En los cuadros siguientes se detallan las materias primas e insumos utilizados durante el proceso de producción del cerdo:

**Tabla I. Tipos de insumos o productos utilizados**

<b>MATERIA PRIMA / INSUMOS</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>COSTOS</b>
Concentrado	1600 quintales	Q.65 000,00
Antibióticos	300 mililitros	Q. 1 080,00
Vacunas	200 mililitros	Q. 692,00
Hierro	300 mililitros	Q. 325,00

Fuente: elaboración propia, con información del Manual de Buenas Prácticas de Producción Porcícola.

Los alimentos y desinfectantes se suministran a diario y las vitaminas y vacunas se aplican con una frecuencia de siete días a seis meses. El consumo de agua se detalla en el cuadro de la tabla II.

Tabla II. **Consumo de agua**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CONSUMO</b>
Reproducción y gestación	10 litros/día
Maternidad	50-70 ml (lechón de 14 días) 25 litros/día (hembra lactando)
Destete	20 litros/ día
Desarrollo y crecimiento	20 litros/día
Engorde	20 litros/día

Fuente: elaboración propia, con información del Manual de Buenas Prácticas de Producción Porcícola.

Para evaluar el consumo de alimento con respecto al aumento de peso en la engorda de animales, se debe llevar un control de la alimentación mediante la anotación del consumo de los mismos. En estos controles se deberán registrar los siguientes datos:

- Número del corral a monitorear
- La fecha en el cual el animal entró al corral
- La fecha de salida del animal del corral
- La cantidad de cerdos que entraron y salieron
- El peso promedio de entrada y el peso promedio a la salida
- La cantidad semanal de alimentos proporcionado
- El peso semanal promedio
- Conversión alimenticia

Otra información importante del lote, es el precio de venta, la cantidad que rindió el canal, así como la calidad de la carne. Esto servirá como retroalimentación con el objetivo de corregir y adaptar la alimentación de acuerdo a las necesidades del lote de engorde.

Algo importante a definir es la conversión alimenticia que es la relación entre la cantidad de alimentos consumidos y la ganancia de peso del cerdo.

## **2.2. Identificación de las fuentes generadoras de desechos en la granja**

En la producción animal intensiva, como la porcicultura provoca la generación de desechos. Por lo que se hace necesario la identificación de las fuentes generadoras de estos desechos para después buscar un adecuado manejo y reducción de los nutrientes no retenidos en los productos pecuarios por evaporación y disolución.

Las fuentes generadoras de desechos que se producen en la granja porcicultora Hebrón son, en general: la contaminación del aire (malos olores), contaminación del suelo y de las aguas (por heces y orina). Se producen ruidos, alto consumo de agua y de energía. También está el manejo de los cerdos muertos para evitar proliferación de roedores y aves de rapiña.

Debe considerarse el mal manejo de las excretas y de alimentación de los cerdos, ya que puede generar malos olores que afectarán a las poblaciones vecinas en el municipio de San Juan Sacatepéquez y producir lixiviados que contaminan los cuerpos de agua e incrementan los

procesos de eutroficación. Además, la granja porcícola libera nitrógeno a la atmósfera, lo que en cantidades grandes puede contribuir a la lluvia ácida.

- Legislación Ambiental de Guatemala

Con respecto a la identificación de las fuentes generadoras de desechos, es necesario conocer lo que establecen las normas que las regulan, por lo cual se presentan a continuación las más importantes:

- Código de Salud.
- Código Municipal.
- Código Penal.
- Política Nacional para el manejo integral de los residuos y desechos sólidos.
- Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y la disposición de lodos.
- Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente.

Las tres últimas disposiciones se consideran de mayor importancia para el presente trabajo, los cuales se incluyen en anexos.

Dentro de los organismos públicos encargados de gestión ambiental en la República de Guatemala se pueden mencionar:

- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)
- Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA)
- Ministerio de Energía y Minas (MEM)
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS)



### **2.2.1. Emisiones atmosféricas**

En la mayoría de granjas de producción de cerdos, y en específico la que está en estudio, producen emisiones atmosféricas; los malos olores provenientes de la granja, es uno de los más perceptibles y su impacto es sobre las poblaciones cercanas. Esto se debe a la generación de los siguientes gases:

- Dióxido de carbono y metano (CO<sub>2</sub> Y CH<sub>4</sub>).
- El amoníaco (NH<sub>3</sub>).
- El sulfuro de hidrógeno (SH<sub>2</sub>) y el monóxido de carbono (CO).

En el caso del dióxido de carbono se produce, principalmente, debido a la respiración de los cerdos. Mientras que el amoníaco, el metano y el sulfuro de hidrógeno es producto de la acción de las bacterias sobre materias fecales de los animales.

Además de esos gases, hay otras sustancias volátiles que contribuyen a incrementar los malos olores en las granjas porcinas.

### **2.2.2. Residuos sólidos**

En la producción de cerdos de la granja, la mayor cantidad de residuos sólidos está constituida por las excretas de los cerdos y en menor volumen por animales muertos y placentas. Otros que pueden considerarse son los generados en los lugares donde beben y comen los animales, así como las jeringas y material veterinario utilizado durante la crianza.

### **2.2.2.1. Orgánicos**

Entre los desechos orgánicos que se producen en las granja son en su mayoría las excretas. La cantidad que se ha estimado que por cada 70 kilogramos de peso vivo se producen entre 4 y 5 kilogramos de excretas en el día. Esta cantidad puede variar, por ejemplo: en la etapa de engorde el promedio de producción de excretas puede alcanzar una décima parte del peso vivo por día, lo que representa 1,36 kilogramos de heces. Se ha estimado que una hembra y sus cerdos producen 13 toneladas de excretas por año, con un contenido de 10% de materia seca.

### **2.2.2.2. Domésticos**

Entre los residuos domésticos que se producen dentro de la granja se pueden mencionar desechos de empaques de alimentos de los empleados, papel, plásticos, madera, pedazos de chatarra, así como residuos de los componentes que se utiliza para la alimentación de los cerdos. También; se puede mencionar los residuos generados en los sanitarios que utilizan los empleados.

### **2.2.2.3. Peligrosos**

Los desechos peligrosos están constituidos por el uso de jeringas para inyectar medicamentos a los cerdos, así como envases vacíos de medicamentos utilizados en los cerdos: como vacunas, antibióticos, antiinflamatorios, entre otros. Es importante señalar que el uso de algunos desinfectantes para fumigación de la granja en los que se requiere mucho cuidado para su uso y que contaminan el ambiente sobre todo el aire.

### **2.2.3. Residuos líquidos**

La mayor producción de residuos líquidos son generados por la orina de los cerdos y el agua utilizado para el lavado de los corrales. El amoniaco proviene del nitrógeno excretado en la orina, además, los purines tienen un elevado contenido en nitrógeno y su degradación produce una gran cantidad de metano. En la última fase del cerdo, es decir en la etapa de engorde puede alcanzarse una producción de desechos líquidos de 4,73 litros de orina por día.

### **2.2.4. Ruidos**

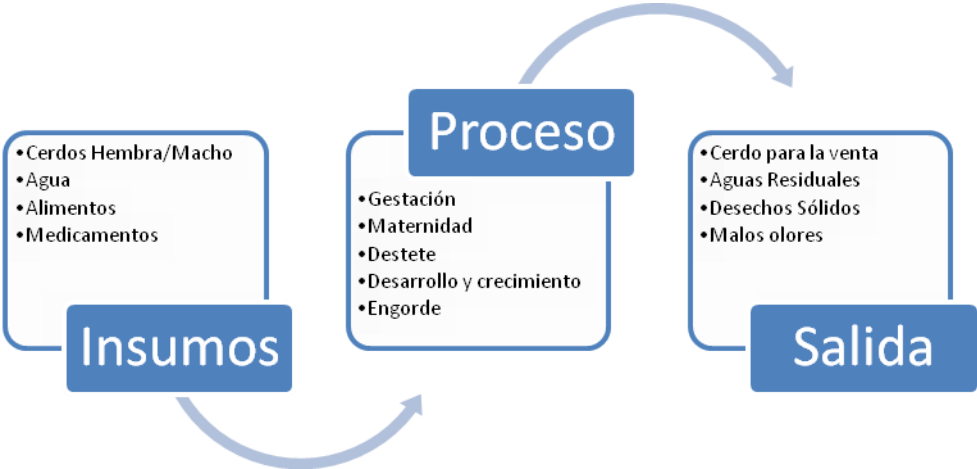
En la granja se producen ruidos; particularmente en las horas de la mañana, cuando se les da alimento a los cerdos, ya que estos animales presentan mayor apetito a esta hora del día y comienzan a producir ruido para que se les sirva lo más pronto el alimento.

### **2.2.5. Olores**

Los olores que se producen en la granja provienen de los desechos sólidos como las heces y la orina de los cerdos. Además, que de por sí los animales expelen un olor a metano. La cerdaza es el olor más fuerte y desagradable que puede percibirse dentro de las instalaciones. Los olores que se producen son los más perceptibles para las poblaciones aledañas y puede contribuir a generar conflictos con la comunidad de allí la importancia de la mitigación de estos.

En la figura 4 se presenta un diagrama de entradas y salidas de la producción de cerdos.

Figura 4. . Diagrama de entradas y salidas de la producción de cerdos



Fuente: elaboración propia, con información del Manual de Buenas Prácticas de Producción Porcícola.



### **3. PROPUESTA PARA EL MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y ATMOSFÉRICOS**

En la propuesta para el manejo de desechos el objetivo principal es el de dotar a la Granja Porcicultora Hebrón de herramientas, para la prevención y control de la contaminación ambiental derivados del proceso normal de producción.

#### **3.1. Manejo de animales**

El manejo de los animales dentro de una granja porcina es un proceso clave, ya que depende de un buen manejo para que la granja tenga magníficos resultados económicos. Por ello se debe tener mucho interés, cuidado y atención en cada una de las áreas de la granja para que los animales se desarrollen de una manera adecuada. También, se debe contar con personal capacitado para tratar a los animales en cada una de las distintas fases.

##### **3.1.1. Instalaciones**

El diseño de la granja porcina tiene como objetivo crear un medio propicio para optimizar la producción de los cerdos, aunque la Granja Porcicultora Hebrón ha hecho grandes esfuerzos por mejorar las instalaciones, se plantean los siguientes puntos:

- Tener en cuenta la facilidad del manejo de materiales, animales, alimentos, agua, aire y cerdaza.

- La protección del área para que no entre en contacto con otros animales, personas o vehículos del exterior es importante. Para ello debe de cercarse la granja con malla.
- Las bodegas donde se guarda los alimentos y los tanques de gas o cualquier otra instalación de suministro, deberán localizarse fuera de la cerca, de manera que puedan llenarse sin necesidad de que ningún vehículo entre a la granja.
- Los cerdos y los empleados pasarán de una unidad a otra por medio de pasillos que estarán aislados del tránsito.
- Diseñar una oficina que tenga baños con regaderas, vestidores y área de desinfección o fumigación, de manera que todo el personal que entre a la granja pase primero por esta oficina.
- Es necesario contar con un abastecimiento seguro de agua limpia que se colocará de tal manera que ésta no se contamine con el almacenamiento y dispersión de la cerdaza.

El diseño de la oficina y vestidores incluye:

- Las instalaciones deben proporcionar al personal las condiciones necesarias para el desempeño efectivo del trabajo, además de suministrar comodidad durante el período de descanso.
- Tener un lugar donde se puedan depositar provisiones, y un sitio en el cual, el administrador pueda hablar con los visitantes sin necesidad de que éstos entren a la granja.

- Contar con un área para almacenar medicamentos y provisiones, para llevar un control efectivo de inventario de artículos costosos y de uso restringido.
- Tener un arco sanitario o punto de desinfección. Éste tendrá la función de desinfectar cualquier vehículo a la entrada y salida de la granja.
- Tiene una cerca perimetral. Ésta impedirá la entrada de personas ajenas a la granja, así como perros y otro tipo de animales.
- Los baños para el personal y visitantes deberán contar con agua fría y caliente, así como un área para cambio de ropa limpia y desinfectada.
- Tener un área de lavado de ropa de trabajo.
- La oficina debe estar bien iluminada con un área para escritorios en la que los empleados llevarán registros, gráficas de producción y otros datos útiles.

Con el objetivo de monitorear el estado de las instalaciones se debe realizar la supervisión de éstas con el siguiente formato que se puede ir modificando de acuerdo a la necesidad dentro de la empresa. Ver tabla III.



Tabla III. **Supervisión de las instalaciones**

<b>INSTALACIONES</b>	<b>BUENO</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MALO</b>
Situación de las paredes			
Estado del piso			
Situación del techo			
Limpieza de desagües			
Rejillas			
Tanque del agua potable			
Limpieza periódica del tanque de agua			

Fuente: elaboración propia.

### **3.1.2. Cuarentena**

Los cerdos de nuevo ingreso se mantendrán separados del resto de los que ya se encuentran en las instalaciones durante un período de cuarentena, por lo tanto, se debe incluir una pequeña unidad de cuarentena en las instalaciones de la granja que estará aislada de los demás lugares. Esto debido a que el mayor riesgo para la introducción de patógenos a la granja es por medio de cerdos infectados y susceptibles.

El aislamiento de los animales antes de entrar a la granja permite observar si presentan signos de enfermedad. La cuarentena permite también, vacunar o aclimatar a los nuevos cerdos a las enfermedades que presenta la granja. Las fallas durante la cuarentena representan uno de los más grandes riesgos que pueda permitir la entrada de nuevos patógenos a la granja.

Algunas prácticas de seguridad en cuarentena que deberán seguirse son:

- Conocer las enfermedades que existen en la granja.
- Pedir al veterinario que se ponga en contacto con la empresa donde se compran los animales de reemplazo, para discutir procedimientos de monitoreo de salud y el estado actual de los animales.
- Aislar animales nuevos, vacunarlos y/o aplicarles medicamentos (si es necesario), asegurarse de que no tengan ningún problema de salud.
- Limitar el número de visitantes a las instalaciones y controlar el contacto con los cerdos.
- Prohibir la entrada a las instalaciones a conductores de camión o personas ajenas.
- Bañarse y cambiarse de ropa después de visitar otras granjas.
- Restringir que los animales vuelvan a una unidad después de haber estado en contacto con otros animales o cerdaza.

### **3.1.3. Supervisión clínica**

El médico veterinario responsable de la granja verificará el estado de salud de los cerdos, además de diseñar y hacer cumplir los programas de vacunación, la vigilancia de la aplicación correcta de los tratamientos, a través del análisis de laboratorio, revisión del buen funcionamiento de bioseguridad, seguimiento de resultados de laboratorio, implementación y seguimiento de recomendaciones.

### **3.1.4. Supervisión del personal de la granja**

El personal será supervisado por el encargado de la granja, por personal de verificación y mediante auditorías, para constatar que esté cumpliendo con sus funciones dentro del sistema de producción, además se capacitará al personal en el manejo de los animales, así como en el seguimiento y la identificación de peligros en los puntos críticos de la producción.

Para llevar la supervisión del personal de la granja deberá llenarse el formato que se muestra en la tabla IV, para llevar el seguimiento respectivo. Existe la flexibilidad de hacer modificaciones según las necesidades de la empresa.

Tabla IV. **Supervisión de personal**

<b>Personal</b>	<b>BUENO</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MALO</b>
Cantidad correcta en cada operación			
Capacitación			
Control sanitario			
Lavado de manos			
Vestimenta autorizada			
Heridas visibles			
Conducta dentro del área			

Fuente: elaboración propia.

### **3.1.5. Identificación de los cerdos**

Es importante la identificación de los animales para mantener los registros de salud y rastreo de los cerdos en la granja. Ésta se debe realizar durante la primera semana de vida de los cerdos para disminuir el estrés en la camada y riesgo de infecciones. Esta práctica debe realizarse bajo estrictas normas de higiene.

Entre los métodos utilizados para la identificación de cerdos están:

- **Microchips:** consiste en un microchip codificado revestido con vidrio. Se aplican debajo de la piel de las manos del animal mediante un sistema parecido a una jeringuilla, son fáciles de insertar pero

virtualmente imposibles de detectar. Para leerlos se necesita un lector electrónico.

- Muestras de las orejas: las muestras de las orejas constituyen una forma fácil y la más barata. Utilizando un par de tijeras limpias se puede dar un corte en forma de V en el borde de una oreja. Es recomendable dar a la muestra una profundidad de varios centímetros para que pueda verla desde cierta distancia. Las muestras de la oreja izquierda corresponden a las unidades y las de la derecha a las decenas.
- Tatuajes: este método se utiliza dentro del pabellón auricular. Se tiene el tatuaje por punción que utiliza una herramienta parecida a alicates con números de espigas o agujas intercambiables y tintas, este método es recomendable usarlo sólo en orejas. También, está el tatuaje eléctrico que permite escribir en forma sencilla el número del animal en su piel.
- Aretes: ésta es una práctica común en la industria porcina. Tiene la ventaja de ser poco traumática, no requiere equipo especializado para su aplicación y es de larga duración.

### **3.2. Manejo de desechos**

El manejo de desechos se refiere a la forma como se dispondrán aquellos residuos generados por la actividad que se desarrolla en la granja. Se tienen los siguientes tipos de residuos: sólidos, líquidos y emisiones atmosféricas. Como se observa, son tres tipos de residuos diferentes, por lo que su disposición final dependerá del tipo que se trata.

### **3.2.1. Residuos sólidos**

Los residuos sólidos se caracterizan por ser desperdicios que no corren en el agua y tiene una consistencia compacta. Entre los residuos sólidos que produce la granja porcícola y que se deben tratar, encontramos: excretas, animales muertos, placentas, empaques, desperdicio de alimento, entre otros.

#### **3.2.1.1. Excretas**

En el caso del manejo de desechos biológicos, que en este caso se refiere a materia fecal (cerdaza), se debe considerar el medio para su eliminación, el equipo, instalaciones, mano de obra y uso posterior que se le dará al producto. El tratamiento más común es como abono directo, o en forma de composta. En ambos casos necesitan un buen equipo de recolección, tratamiento y traslado, así como la mano de obra adecuada, ya que no a cualquiera le gusta el olor y manejo del material de desecho. Se han realizado varios cálculos para estimar la cantidad de excreta (heces + orina + agua) que se producen en una explotación porcina; a continuación se enumeran algunos de ellos, se menciona que por cada 70 kg de peso vivo en granja, se producen entre 4 y 5 kg de excreta. Entre las alternativas para reducir la contaminación ocasionada por las excretas se tienen:

- Mejorar el conocimiento sobre la porción del nutrimento que realmente entra en el sistema (coeficientes de digestibilidad), lo cual permitirá mejorar la precisión con que se aportan esos nutrimentos a los cerdos.

- Uso en la alimentación de cerdos de enzimas exógenas, principalmente fitasas con el fin de incrementar la eficiencia de uso del fósforo lo que permite disminuir el nivel total de fósforo sin disminuir el nivel de fósforo útil para el animal y consecuentemente disminuir la excreción de fósforo al ambiente.
- Un programa de alimentación que permita obtener la mejor respuesta de los animales a la dieta. Esto se logra con una mejor caracterización de los requerimientos nutrimentales de los cerdos, bajo el concepto de aminoácidos digestibles y proteína concepto que permite disminuir el contenido de proteína cruda.
- Alterar mediante la formulación del alimento la relación de nitrógeno amoniacal, favoreciendo formas de nitrógeno menos volátiles.

### **3.2.1.2. Animales muertos**

Los animales muertos, fetos, placentas y material contaminado deben eliminarse en un incinerador o fosa, la cual debe ubicarse en un lugar aislado pero accesible. En el caso de la fosa, se utiliza cal para cubrir el material a desechar y evitar la contaminación. En muchas ocasiones es necesario sacrificar animales enfermos, para lo cual es necesario seguir criterios que ofrezcan un trato humanitario a los cerdos.

Los cerdos muertos, fetos, placentas y demás material contaminante se pueden desechar en una especie de bóvedas llamadas pozos o fosas. Los cadáveres son colocados a dos de tres metros de profundidad. Las paredes y piso son de concreto y cubierto con una tapa de acero o fierro.

Ahí se colocan los cadáveres por capas y material de desecho cubierto por cal hasta llenar cada fosa. Después que una fosa se ha llenado, se sella, para producir la composta, y se prosigue con el siguiente. El tiempo que se requiera para ello depende de la temperatura. El material es entonces molido y usado como abono agrícola.

Figura 5. **Fosa o pozo para animales muertos**



Fuente: <http://www.engormix.com>. Consulta: 7 de mayo de 2012

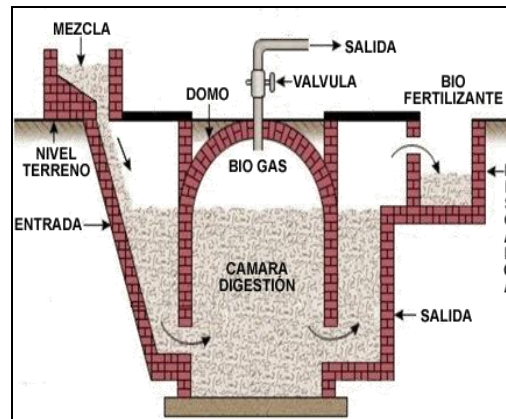
### **3.2.1.3. Biodigestores**

Un digester de desechos orgánicos o biodigestor es, en su forma más simple, un contenedor cerrado, hermético e impermeable (llamado reactor), dentro del cual se deposita el material orgánico a fermentar (excrementos de los animales) en determinada dilución de agua para que a través de la fermentación anaerobia se produzca gas metano y fertilizantes orgánicos ricos en nitrógeno, fósforo y potasio, y además, se disminuya el potencial contaminante de los excrementos.



Es un sistema natural y ecológico que aprovecha la digestión anaeróbica (en ausencia de oxígeno) de las bacterias para transformar el estiércol en biogás y fertilizante. El biogás puede ser empleado como combustible en las cocinas, o iluminación, y en grandes instalaciones se puede utilizar para alimentar un motor que genere energía eléctrica. El fertilizante, se ha considerado un producto secundario, pero actualmente se está considerando de la misma importancia, o mayor, que el biogás, ya que provee un fertilizante natural que mejora fuertemente el rendimiento de las cosechas.

Figura 6. **Biodigestor**



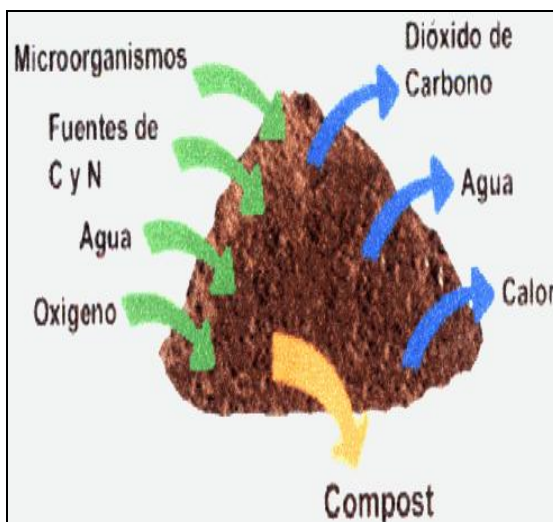
Fuente: <http://biodigestores.org/hello-world/>. Consulta: 7 de mayo de 2012.

#### 3.2.1.4. **Compostaje**

El compost, composta o compuesto (a veces también se le llama abono orgánico) es el producto que se obtiene del compostaje, y constituye un grado medio de descomposición de la materia orgánica, que ya es en sí un buen abono. Se denomina humus al grado superior de descomposición de la materia orgánica. El humus supera al compost en cuanto abono, siendo ambos orgánicos.

Se llama compostaje, al ciclo aeróbico (con alta presencia de oxígeno) de descomposición de la materia orgánica. La construcción de pilas o silos para el compostaje tiene como objetivo la generación de un entorno apropiado para el ecosistema de descomposición. El entorno no sólo mantiene a los agentes de la descomposición, sino también, a otros que se alimentan de ellos. Los residuos de todos ellos pasan a formar parte del compost.

Figura 7. **Compostaje**



Fuente: Programa de Producción más Limpia.

### 3.2.2. **Residuos líquidos**

Las aguas residuales están formadas por residuos sólidos y líquidos acarreados por el agua de lavado, sus principales ingredientes son una mezcla de excretas (heces y orina), agua, alimento desperdiciado, cama, suelo, desechos producidos durante el parto (momias y placentas), entre otros

materiales. Existen muchos factores que determinan las tasas de excreción de heces y orina: edad del animal, madurez fisiológica, cantidad y calidad del alimento ingerido, volumen del agua consumida, clima, entre otros.

### **3.2.2.1.      Lagunas de tratamiento anaeróbico**

Este tipo de lagunas es útil para el almacenamiento y la biodegradación de la cerdaza. Se trata de una estructura profunda, en tierra, donde se colecta la cerdaza y se deja descomponer bajo la acción de bacterias anaeróbicas. En este proceso, la mayor parte de los sólidos contenidos en la cerdaza se convierte en líquidos y gases, disminuyendo su contenido orgánico y el valor nutriente de la cerdaza. Las lagunas están selladas para impedir filtraciones al agua subterránea.

Las lagunas de oxidación o tratamientos de agua, constan de varias etapas, diseñado con base en tratamientos físicos y biológicos. Los componentes son:

- Fosa de acopio: es el primer contenedor, donde se vierten todas las descargas de las porquerizas, maternidad, etc. y las dimensiones deben estar en función del volumen de descarga diaria, de esta fosa el agua es separada de los sólidos.
- Separador de sólidos: se hace la extracción de la mayor cantidad de materia sólida.
- Fosa de sedimentación: en este contenedor, se almacena el agua con sólidos suspendidos, disueltos y flotantes por lo menos 24 horas para su precipitación.

- Filtro: se construye a base de piedra, grava y arena, sirve para retener las partículas de sólido que no se han podido recuperar con el separador de sólidos, o no se han precipitado en la fosa de sedimentación.
- Fosa de tratamiento biológico: el agua se trata con bacterias y enzimas cuyo trabajo es recuperar los niveles de oxígeno, degradar los organismos patógenos y reducir a niveles útiles el nitrógeno y fósforo, ya sea para descargarse a un cuerpo receptor de forma segura y que cumpla con las especificaciones ambientales.

Figura 8. **Laguna de tratamiento anaeróbico**



Fuente: Programa de Producción más Limpia.

### **3.2.2.2. Sistema de tratamiento de aguas residuales**

Para el tratamiento de aguas residuales lo más recomendable para la granja sería un sistema de tanque séptico, que es el método más común de tratamiento y eliminación de aguas residuales. Este tanque puede ser hecho de concreto, fibra de vidrio o acero recubierto. Por lo común se localiza abajo del nivel del suelo, pero es accesible desde el mismo.

El tanque proporciona un tiempo de retención de los residuos de al menos veinticuatro horas en uno o dos compartimientos, con lo cual permite que los sólidos pesados (lodos) se sedimenten en el fondo del tanque y otros residuos como aceite y grasa suban a la superficie.

Estos sólidos, que sufren sólo una ligera compactación y descomposición anaerobia, se acumulan y deben extraerse a intervalos de tres a cinco años para mantener la capacidad de almacenamiento del tanque y la calidad del efluente.

### **3.2.3. Emisiones atmosféricas**

Emisiones son todos los fluidos gaseosos, puros o con sustancias en suspensión; así como toda forma de energía radioactiva, electromagnética o sonora, que emanen como residuos o productos de la actividad humana. Para el control de las emisiones se propone lo siguiente:

- Establecer la mejor formulación del alimento para modificar la relación del nitrógeno amoniacal, favoreciendo formas de nitrógeno menos volátiles.

- Crear un programa de limpieza y aseo frecuente a instalaciones tanto en el interior como en el exterior de los planteles. Tener especial cuidado con techos y sitios por donde sale aire de los galeras, lugares que acumulan grandes cantidades de polvo que se convierten en fuentes importantes de olor.
- Elaborar programas de remoción de excretas considerando los horarios y frecuencias de acuerdo a la dirección predominante del viento, para minimizar la posibilidad de olores y partículas en zonas sensibles como áreas residenciales y lugares públicos.
- Planificar la agitación periódica del pozo séptico que permita homogenizar el contenido para disminuir la generación de olores.
- Programar la siembra de árboles para retener el impacto de los vientos dominantes hacia sectores poblados o viviendas aisladas, mediante la utilización de árboles y arbustos aromáticos.

### **3.3. Proceso de reciclaje**

Dentro del proceso de reciclaje; se puede decir que es la utilización de partes o elementos de un producto, tecnología, aparato que todavía puede ser usado, a pesar de pertenecer a algo que ya llegó al final de su vida útil. Para hacer uso del concepto de reciclaje en la granja se debe desarrollar:

- Programar un plan de aplicación de residuos orgánicos a los terrenos agrícolas, tomando en cuenta que debe llevarse a cabo en las horas del día en que se hallen las mejores condiciones de humedad ambiental

(baja) y velocidad del viento (alta), las que van a estar determinadas según la localidad. No se debe aplicar en los días y en las horas en que el viento sopla en dirección a las áreas sensibles, ni tampoco cuando el aire esté en movimiento.

- Elaborar un plan de recolección de materiales y recursos que puedan ser reutilizados o reciclados

### **3.4. Embalaje**

El embalaje se refiere a los recipientes, contenedores o empaques que se utilizarán para eliminar y evacuar los desechos hacia el exterior de la granja dentro de éstos se encuentran los llamados desechos domésticos. Los desechos deben de ser envasados de acuerdo a sus características del mismo, durante las fases de segregación, etiquetado, acumulación, almacenamiento, recolección y transporte. Los envases que deben ser utilizados para tal fin son: las bolsas y envases rígidos.

## **4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA**

### **4.1. Organización para la implementación**

En la implementación del plan para el manejo de desechos dentro la granja porcicultora, es de gran importancia el diseño de la estructura organizacional para el logro de los objetivos planteados los cuales estarán orientados a que se cumpla de acuerdo a lo programado. Ésta estructura contará con los siguientes elementos:

### **4.2. Personal de coordinación**

El personal de coordinación lo constituyen las personas encargadas que transmitirán la información sobre el manejo de desechos dentro de la granja y velarán porque el plan que se ha diseñado no pierda vigencia, esto mediante el uso de reuniones constantes con el personal que se tenga a su cargo, con el objetivo de mantener actualizado el plan.

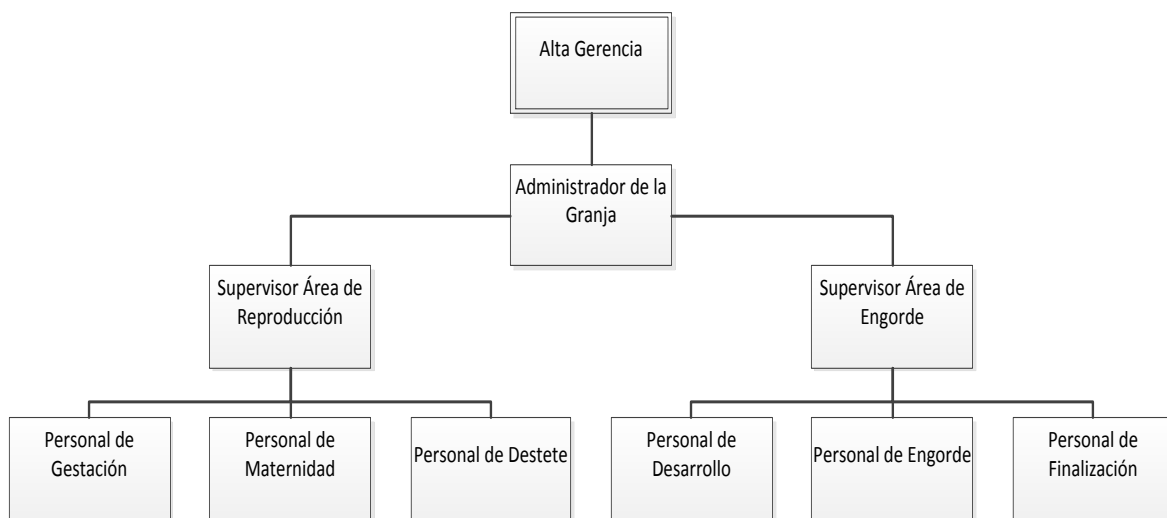
Dentro de las otras funciones del personal de coordinación es el mantener el correspondiente seguimiento de buena aplicación sobre las técnicas y procedimientos para el manejo y manipulación correcta de los desechos que se generan dentro de la granja, los cuales se hicieron mención en los capítulos anteriores.

La coordinación del personal para la implementación de la propuesta deberá darse en forma de descendente, es decir, cada nivel de mando es responsable de transmitir la información al nivel inferior, así sucesivamente



hasta llegar al último, el cual es conformado por el personal operativo. En la figura 8 se presenta como deberá fluir la información iniciando por la alta gerencia hasta el personal operativo de área.

Figura 9. **Organización para la aplicación del plan de desechos**



Fuente: elaboración propia, con información de la granja porcicultora.

#### 4.2.1. Alta gerencia

La alta gerencia es de vital importancia dentro del presente plan, porque muchas de las decisiones que se tomen impactará en el éxito de éste, además, el alto mando de la empresa debe estar comprometido con los beneficios en materia de protección del medio ambiente, de forma que se facilite la implementación de las buenas prácticas mediante la capacitación a los empleados.

Una de las funciones principales consiste en proporcionar el apoyo e información necesaria al administrador de la granja y supervisores. Debe tener siempre en cuenta que es responsabilidad de la alta gerencia, aumentar el conocimiento de los colaboradores y fomentar sobre la importancia de la protección del medio ambiente.

#### **4.2.2. Administrador de la granja**

Otra persona importante dentro del esquema de capacitación lo constituye el administrador de la granja, ya que es un eslabón en la cadena de mando de la empresa. Constituye un canal de comunicación entre la alta gerencia y los colaboradores y en algunos casos son personas que tienen un mayor contacto con el personal operativo y por lo tanto podrán decidir cuál es el mejor método de enseñanza para adiestrar y capacitar al personal en el plan sobre el manejo de los desechos sólidos y líquidos.

#### **4.2.3. Supervisores**

Después del administrador de la granja, el siguiente en el mando lo constituyen los supervisores, quienes tienen un grupo de trabajadores a su cargo, los cuales realizan tareas específicas para el presente caso se cuenta con 2 supervisores el encargado de reproducción y el encargado de engorde.

Dentro de la responsabilidad de los supervisores, está el establecer las condiciones para que se alcancen los objetivos del plan, las metas y velar porque se sigan los procedimientos en el manejo de los desechos por parte del personal operativo. Por lo que, los supervisores constituyen una de las bases fundamentales para que la ejecución del plan alcance el éxito deseado.

### **4.3. Planeación de recursos**

La planificación de recursos deberá realizarse mediante la disponibilidad de esto en cada área de trabajo y debe tomarse en cuenta la eficiencia en el uso de estos recursos, de tal manera que todas las unidades de trabajo deberán ser autosuficientes y los desechos generados se deban disponer de acuerdo a los lugares que se han especificado para ello.

Las unidades de trabajo deberán estar coordinadas de forma que el transporte de los desechos y el tratamiento debe corresponder de acuerdo al tipo que pertenece, de lo contrario provocaría desorden en la granja y esto ocasionaría que no se cumplan los objetivos del plan.

#### **4.3.1. Recurso humano**

Uno de los factores de mayor importancia en el éxito de una organización es el recurso humano. El trabajador debe estar plenamente identificado con la empresa y por lo tanto se sentirá orgulloso de formar parte de ella. La empresa debe ser consciente de que cada empleado es una persona con aspiraciones, sueños, necesidades de seguridad y de realización. En lo respecta a la propuesta de manejo de desechos se requiere que las áreas asignen semanalmente un grupo que se encargará de velar por que en su área se cumpla el plan de manejo de desechos sólidos y líquidos. Este grupo supervisará que los recipientes no se encuentren saturados, que el personal deposite correctamente los desechos en los recipientes o depósitos que les corresponde.

### **4.3.2. Equipo**

El equipo que se le proporcionará al personal para el manejo de desechos sólidos y líquidos deberá estar disponible y se usará de acuerdo a las especificaciones para el cual fue diseñado, debe velarse por el cuidado del mismo y éste no debe usarse para otras actividades que no correspondan, ante cualquier deterioro deberá informarse al supervisor.

### **4.4. Programa de capacitación**

Dentro de la implementación del manejo de desechos sólidos y líquidos es de vital importancia la capacitación sistemática para los colaboradores, de tal forma que pueden adquirir el conocimiento y compromiso para desarrollar con eficiencia cada una de las actividades que se plantean para el buen manejo de los desechos que se generan en la granja y su disposición final de acuerdo a los procedimientos que se hayan definido.

#### **4.4.1. Personal encargado de la capacitación**

El personal encargado de llevar a cabo la capacitación de los trabajadores, podrá ser alguien externo a la empresa o algún miembro de la gerencia. En cualquiera de los casos deberá reunir el siguiente perfil.

- Tener los conocimientos necesarios para el buen manejo de desechos sólidos y líquidos de una granja porcicultora.
- Estar consciente de la necesidad del plan que se está proponiendo y saberlo transmitir a los colaboradores.

- Entender completamente los principales puntos del plan.
- Facilidad para expresarse y comunicarse con el personal, sujeto a la capacitación.

#### **4.4.2. Objetivos de la capacitación**

Para que la capacitación tenga éxito se contemplan los siguientes objetivos:

- Involucrar al personal de la granja dentro del plan de manejo de los desechos sólidos y líquidos que se generan dentro del área de trabajo en el cual se desempeñan y su contribución sobre ésta
- Indicar al personal cuáles son las prácticas erróneas que se realizan en el lugar del trabajo y su impacto sobre la contaminación ambiental y la forma de cómo evitarlas.
- Enseñar al colaborador cómo hacer la identificación, clasificación, separación y transporte correcto de los depósitos que se utilizarán para la recolección y almacenaje de los desechos.
- Fomentar la utilización del uso del equipo autorizado para el manejo y transporte de los desechos generados en la granja.
- Supervisar a los trabajadores el seguimiento de la utilización de normas para manejar los desechos a través de los procedimientos y lineamientos que se han establecido para el efecto.

- Comunicar a los colaboradores sobre el equipo autorizado que deberá utilizar cuando se está en contacto con los desechos de la producción porcícola.

La medida del éxito del programa de capacitación será el nivel de concientización e identificación de los colaboradores en la protección del medio ambiente.

#### **4.4.3. Proceso de capacitación**

Tener claro que el proceso de capacitación no es un hecho que se realiza una vez para cumplir un requisito, sino que es un proceso continuo que busca los conocimientos y habilidades para estar al día de los cambios repentinos. Este proceso comprende 5 pasos:

- Analizar las necesidades que se presentan en el manejo de desechos
- Diseño de la formas de enseñanza adecuada
- Validación del programa de capacitación
- Aplicación del programa de capacitación
- Evaluación del programa de capacitación

La capacitación debe darse en todo los niveles. Primera, la alta gerencia de la empresa, luego los jefes de área, posteriormente los supervisores de área y finalmente al personal operativo de cada área.

La capacitación deberá darse en forma descendente, es decir cada nivel de mando es responsable de transmitir la información al nivel inferior, así sucesivamente hasta llegar al último, el cual es conformado por el personal encargado del cuidado de los cerdos.

#### 4.5. Equipo para el manejo de desechos

Aquellos implementos que serán necesarios para el colaborador y que servirá para proteger la salud cuando dentro de sus actividades de trabajo manipulen los desechos y materiales peligrosos, que podrían exponerlo a una enfermedad o atentar su integridad física. Con el objetivo de llevar el control de buen uso y seguimiento del equipo de protección personal se debe tomar en cuenta lo expuesto en la tabla V.

Tabla V. **Responsabilidades del equipo de protección personal**

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>PERIODICIDAD</b>
Determinar las necesidades del equipo de protección personal	Una vez
Entrega del equipo de protección y registro de entrega	Cada vez
Cambio del equipo de protección y registro del cambio	Cada vez
Control de uso del equipo de proteccion	Siempre

Fuente: elaboración propia.

El equipo de protección personal lo conforman los siguientes elementos:

#### 4.5.1. Gafas

Es un implemento de seguridad de vital importancia necesario dentro la granja y tienen como función proteger ese vital órgano que es el ojo humano ante cualquier impacto o salpicadura de algún producto irritante o contaminante que pueda probar alguna afección al ojo. La mayoría de ellos son de poli carbonato de alto impacto. Los hay de diferentes modelos. El color del poli carbonato puede determinar el área de trabajo para el cual fueron fabricados. Normalmente, los lentes oscuros, protegen de luces incandescentes, a diferencia de los claros, que permiten una amplia visibilidad. Los hay de monturas convencionales, plásticas, metálicas y lentes panorámicos los cuales son especialmente formulados para laborar en áreas de muchos vapores ácidos y no ácidos, donde existan, de igual manera, grandes cantidades de polvo. Estos lentes se adaptan completa y herméticamente a la cara, evitando que los ojos sufran cualquier daño de estos agentes externos.

Figura 10. Gafas de seguridad



Fuente <http://www.equiprotep.com/>. Consulta: 12 de febrero de 2012.



#### 4.5.2. Guantes

Un guante es un equipo de protección individual (EPI) destinado a proteger total o parcialmente la mano. También, puede cubrir parcial o totalmente el antebrazo y el brazo. En el lugar de trabajo, las manos del trabajador, y por las manos su cuerpo entero, puede hallarse expuesto a riesgos debidos a la manipulación de desechos sólidos y líquidos provenientes de la producción porcícola, también es posible que se generen accidentes a causa del uso o la mala elección del propio guante.

Los guantes deben ser objeto de un control regular, si presentan defectos, grietas o desgarros y no se pueden reparar, hay que sustituirlos dado que su acción protectora se habrá reducido. La vida útil de los guantes de protección guarda relación con las condiciones de empleo y la calidad de su mantenimiento. Se aconseja al administrador de la granja que precise en la medida de lo posible el plazo de utilización (vida útil) en relación con las características de los guantes, las condiciones de trabajo y del entorno, y que lo haga constar en las instrucciones de trabajo junto con las normas de almacenamiento, mantenimiento y utilización.

Figura 11. **Guantes**



Fuente: <http://www.equiprotep.com/>. Consulta: 12 de febrero de 2012.

### 4.5.3. Mascarillas

Las mascarillas proporcionan protección a las vías respiratorias del trabajador, al encontrarse este en ambientes contaminados o en lugares donde se almacenan sustancias de desecho toxicas.

Dentro de la granja existen desechos sólidos y líquidos, los cuales al no estar debidamente almacenados emiten gases que contamina el ambiente de trabajo dentro de esta, por esta razón es recomendable el uso de mascarillas. También cuando se prepara alimento se da la suspensión de partículas en el aire de las cuales hay que proteger al trabajador.

Figura 12. **Mascarilla**



Fuente: <http://www.equiprotep.com/>. Consulta: 12 de febrero de 2012.

### 4.5.4. Overoles

Este equipo de protección es muy eficiente ya que brinda una protección corporal total al trabajador. En las granjas, los overoles se deben usarse como una medida de bioseguridad para proteger a los trabajadores y a los animales de algún tipo de contaminación patógena.

Los overoles, pueden ser de una pieza, y se recomienda que estén fabricados con telas resistentes al desgaste y que sean impermeables.

Figura 13. **Overol**



Fuente: <http://www.equiprotep.com/>. Consulta: 12 de febrero de 2012.

#### **4.6. Cronograma de actividades**

Es la descripción de las actividades en relación con el tiempo en el cual se van a desarrollar, lo cual implica, primero que todo, determinar con precisión cuáles son esas actividades, a partir de los aspectos técnicos presentados en la propuesta de implementación.

En la figura 14 se presenta el cronograma de implementación:

Figura 14. Cronograma de implementación

DESCRIPCIÓN	1 Mes				2 Mes				3 Mes			
	1 sem	2 sem	3 sem	4 sem	1 sem	2 sem	3 sem	4 sem	1 sem	2 sem	3 sem	4 sem
<b>PRESENTACIÓN AL PERSONAL DE LA EMPRESA</b>												
Presentación del plan de control de desechos	■											
Plática personal administrativo		■										
Plática personal operativo			■									
<b>PLAN DE MANEJO DE DESECHOS</b>												
Capacitación en el manejo de desechos sólidos				■								
Capacitación en el manejo de desechos líquidos					■							
Capacitación en el uso de energía						■						
Capacitación en el transporte de desechos							■					
<b>PLAN DE RIESGOS Y ACCIDENTES</b>												
Capacitación sobre riesgos en el manejo								■				
Capacitación sobre accidentes en el manejo										■		
<b>SEGUIMIENTO DEL PLAN</b>												
Revisión del plan											■	
Supervisión												■
Control												■
Seguimiento												■

Fuente: elaboración propia.

En la figura 14 describe las fechas en que se debe de implementar el proyecto si se inicia en el 2012 dejando a discreción el mes en cual empezar. Además se detalla los lineamientos para darle el seguimiento respectivo a la implementación así como la constante capacitación que debe llevarse a cabo.

#### 4.7. Costos generados por la implementación

La generación de desechos sólidos y líquidos por parte de los animales produce un problema de contaminación ambiental por lo cual debe enfrentarse adecuadamente dentro de lo establecido en la legislación ambiental donde se han establecido valores máximos permisibles de contaminantes en aguas residuales, donde se incluye aquéllas provenientes de unidades de producción animal. Por otro lado, se debe de proveer a los productores con modelos de tratamiento y utilización de excretas adecuados a condiciones específicas de cada granja y mediante la implementación de los cuales se minimice el potencial contaminante de los residuos. Las opciones adoptadas por cada

granja deberán ser las más apropiadas de acuerdo a su factibilidad técnica, económica y ambiental, así como a la disponibilidad de agua y prácticas particulares de limpieza, colección, tratamiento y uso que actualmente se estén llevando a cabo en las granjas.

En el siguiente cuadro se resumen los costos de implementación de la propuesta que se considera más adecuada de acuerdo a las características de la granja. Ver tabla VI.

Tabla VI. **Costos**

CONCEPTO	INCLUYE	COSTO
Manejo de residuos sólidos	Biodigestor plástico	Q. 15 602,40
	Fosa para animales muertos	Q. 4 412,80
	Compostaje	Q. 23 364,20
Manejo de residuos líquidos	Laguna de tratamiento anaeróbico	Q. 48 588,08
	Tanque séptico	Q. 7 706,64
Equipo	Guantes	Q. 8 274,00
	Mascarillas	Q. 260,04
	Overoles	Q. 9 219,60
Recursos humanos	Organización para la implementación del plan	Q. 3 679,96
TOTAL		Q. 121 107,72

Fuente: elaboración propia.

Los insumos anteriores se consideran como una inversión a largo plazo por lo que deben tener un retorno de cualquier forma, como estos costos no son atribuibles a los costos de producción se prevé que tengan incidencia en la productividad, en la disminución de desperdicios y en el desempeño ambiental de la granja.

Con el objeto de medir el retorno de la inversión se utilizará el valor presente neto (VPN) como un indicador. Las propuestas supondrán una reducción del 5% en los costos por desperdicios en la granja lo que se traduce en Q.35 000,00 anuales. Además se considera que para el mantenimiento del sistema de manejo de residuos ascenderá a la cantidad de Q.25 00,00 anuales, el promedio de vida del sistema de manejo de residuos se estima en 7 años, la tasa de interés se considera que se obtendrá a través de un banco del sistema y la cual asciende a 18% al año. A continuación, en la tabla VII se presentan los cálculos realizados para evaluar el proyecto:

**Tabla VII. Cálculos realizados para evaluar el proyecto**

FLUJO DEL DINERO /AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7
INGRESOS	0	Q.35 000,00	Q.35 000,00	Q.35 000,00	Q.35 000,00	Q.35 000,00	Q.35 000,00	Q.35 000,00
	Q.(121 07,72)	Q. (2 500,00)	Q.(2 500,00).	Q.(2 500,00)	Q.(2 500,00)	Q.(2 500,00)	Q.(2 500,00)	Q.(2 500,00)

Fuente: elaboración propia.

La siguiente fórmula utilizada para calcular el valor presente dada una anualidad:

$$P = \frac{(1 - (1 + i)^{-n})}{i}$$

Donde:

- i = tasa de interés
- n = número de periodos
- P = 3,8115 27593 para el presente análisis

Entonces el valor presente neto queda de la siguiente forma:

$$VPN = -Q.121\ 107,72 - Q.2\ 500,00(P/A,18\%,7) + Q.35\ 000,00(P/A,18\%,7)$$

$$VPN = -Q.121,107.72 - Q.2\ 500,00*3,811527593 + Q.35\ 000,00*3\ 811527593$$

$$VPN = Q.2\ 766,93$$

Lo que indica el resultado del valor presente neto es que el proyecto es totalmente viable, los ingresos esperados así como los egresos esperados a valores actuales asciende a Q.2 766,93.

## **5. SEGUIMIENTO Y MEJORA**

### **5.1. Evaluación del programa de capacitación**

Medir el impacto de la capacitación en la granja es uno de los aspectos más críticos de dicho proceso, le permite a los servicios de capacitación evaluar su tarea para que la organización reconozca su contribución al plan de manejo de desechos. La evaluación del programa de capacitación además de proporcionar información a los participantes proporciona retroalimentación para identificar oportunidades de mejora en las acciones de capacitación

#### **5.1.1. Evaluación práctica**

Para evaluar los conocimientos teóricos adquiridos se hace necesario realizar una evaluación práctica, la cual consisten en realizar observaciones mediante la inspección de las actividades que se realizan en el lugar del trabajo por parte de los colaboradores de la granja.

Entre los puntos más importantes a observar durante las inspecciones a realizar se pueden mencionar:

- La identificación correcta de los desechos sólidos y líquidos, así como la disposición correcta hacia los recipientes destinados para el manejo de los mismos.
- El uso del equipo de protección autorizado para el manejo de desechos.



- El manejo y transporte de los desechos.
- Los procedimientos definidos para el manejo de desechos de acuerdo a la clasificación de los desechos.
- El seguimiento correcto de las señales y rótulos que se han hecho para identificar posibles peligros e instrucciones.

### **5.1.2. Evaluación teórica**

Esta prueba sirve como complemento a la evaluación práctica que tiene el objetivo de establecer si la información que fue transmitida durante la capacitación a través de presentaciones, pláticas y documentos de apoyo fueron comprendidas.

Tanto la evaluación teórica como la práctica servirán al programa de capacitación como retroalimentación para una mejora continua y detectar necesidades en el plan de capacitación.

## **5.2. Monitoreo de consumo**

En una granja porcicola es importante llevar un monitoreo de consumo de los distintos insumos que se necesitan para la producción de cerdos gordos en pie. A este respecto es recomendable llevar el monitoreo de consumo de: agua, energía y materia prima que son los principales elementos que se utilizan en este tipo de producción.

### 5.2.1. Agua

El agua a utilizar en el proceso de producción de cerdos puede tener diferente orígenes como puede ser del servicio municipal de agua, de fuentes superficiales y subterráneas. No importando el origen el presente plan recomienda el uso correcto del agua, mediante la reducción en su consumo y la disminución de las aguas residuales que requieren tratamiento para conseguir que también resultados positivos económicos y ambientales.

Para el uso eficiente del agua se debe identificar las opciones que mejor desempeño ambiental, en algunos es casos estos se pueden lograr con solo unos cambios sencillos en el proceso así como cambios en las actitudes y costumbres del personal operativo. Las modificaciones se deben realizar con base en información de las condiciones de la empresa y el conocimiento del proceso de producción de cerdos y las necesidades de agua tomando en consideración las actividades que requieran mayor consumo.

A continuación se presenta una fórmula para calcular el impacto que calcula el cambio porcentual de agua consumida por unidad de producción mensual:

$$\Delta\% \text{ Agua consumida} = \frac{\text{Unidad de producción}}{\text{Unidad de producción}}$$

$$\frac{(\text{m}^3/\text{Cerdos prod. mes actual}) - (\text{m}^3/\text{cerdos prod. mes anterior})}{(\text{m}^3/\text{cerdos producidos mes anterior})} \times 100$$

### 5.2.2. Energía

Dentro de la producción de cerdos el uso de la energía eléctrica representa una porción considerable de los costos de producción, por lo que un uso racional de la energía mejorará la competitividad de la granja porcicultora Hebrón. Una cuestión importante es realizar campañas de capacitación y concientización dirigido a los colaboradores con el objetivo de hacer uso eficiente y reducir el consumo de energía cuyo beneficio será en la reducción de costos del proceso. Se debe poner especial énfasis en las actividades de mayor consumo para implementar un plan de ahorro y control de uso de energía con el fin de alcanzar la eficiencia energética.

Por lo tanto, es importante elaborar e implementar un plan de eficiencia energética en la granja, por lo que para monitorear si es efectivo, es importante realizar el monitoreo en determinados puntos de control. En el caso específico de la energía el instrumento físico de monitoreo es el contador, por lo tanto, en la medida de los posible instalar contadores por cada sección de la granja. La información que se debe leer en el medidor son los consumos mensuales y, posteriormente analizar las diferencias en consumo de mes a mes.

A continuación se presenta una fórmula para calcular el impacto que calcula el cambio porcentual de energía consumida por unidad de producción mensual:

$$\Delta\% \text{ KWh Consumidos } = \frac{\text{Unidad de producción}}{\text{Unidad de producción}}$$

$$\frac{(\text{KWh/Cerdos produc. mes actual}) - (\text{Kwh/cerdos produc. mes anterior})}{(\text{KWh/cerdos producidos mes anterior})} \times 100$$

### 5.2.3. Materia prima

Otro factor importante consiste en el manejo eficiente de materias primas e insumos que repercutirá en los resultados positivos económicos, así como ambientales en la empresa o proyecto. Es decir que, el uso eficiente de la materia prima reducirá los costos del proceso y consecuentemente también disminuirá la cantidad de residuos.

Para utilizar eficientemente la materia prima se recomienda implementar un control de inventario. De esta forma, se reduce la generación de residuos por materia prima vencida o dañada. Además, se debe asignarse un responsable de bodega para el control de entradas y salidas de producto, rotulación de productos, mantenimiento de bodega entre otras. Esto le permitirá a la empresa demostrar que está realizando una adecuada gestión ambiental al momento de recibir visitas de inspección por parte de la autoridad competente.

A continuación se presenta una fórmula para calcular el impacto que calcula el cambio porcentual de materia prima consumida por unidad de producción mensual:

$$\Delta\% \frac{\text{Unidades M.P.}}{\text{Unidad de producción}}$$

$$= \frac{(\text{Unidad MP/Cerdos mes actual}) - (\text{Unidad M.P./Cerdos mes anterior})}{(\text{Unidad Materia prima/Cerdos producidos mes anterior})} \times 100$$

### **5.3. Monitoreo del mantenimiento de equipo e instalaciones**

Para monitorear las actividades de mantenimiento en el proyecto, se recomienda preparar una ficha por cada equipo utilizado en el mismo. Esta ficha se preparará con base en el manual del equipo y tomando en cuenta las recomendaciones de mantenimiento del fabricante, la ficha deberá considerar tanto el mantenimiento preventivo como el correctivo.

### **5.4. Monitoreo de la generación de residuos**

Como toda actividad industrial o de transformación de materias primas a productos terminados. Una granja porcícola debe mantener un monitoreo de la generación de residuos resultantes del proceso de producción. Entre los principales residuos a monitorear están por un lado los residuos sólidos y por el otro los residuos líquidos, así como los efectos acumulativos de estos tipos de residuos.

#### **5.4.1. Residuos sólidos**

Conocer la composición y fuente de generación de los residuos sólidos es útil para poder definir estudios de factibilidad de reciclaje, factibilidad de tratamiento, investigación, identificación de residuos, estudio de alternativas de manejo, etc. Si la granja no cuenta actualmente con un control de residuos sólidos, es importante que lo implemente iniciando con un control mes a mes por cada área de la granja. Con el propósito de llevar un control sobre los residuos sólidos se propone el indicador siguiente:

Cantidad de residuos sólidos generados por unidad productiva = Kg. ó lbs./ ton de producción

### 5.4.2. Residuos líquidos

La calidad y cantidad del agua residual generado es un indicador de la efectividad de las medidas implementadas en el proceso, es decir, si el plan de eficiencia o el manejo de materias primas (sustancias peligrosas) está siendo efectivo. Por esta razón es importante monitorear la cantidad de agua residual, así como la composición del agua generada. Para el monitoreo de los residuos sólidos se propone el siguiente indicador:

- Cantidad de residuos líquidos generados por unidad productiva = Kg. Lbs. / tonelada de producción
- Monitoreo de la calidad del agua: con el objetivo de medir la calidad y cantidad del agua residual se propone la siguiente tabla para ser llenada y construir un registro de manera que se pueda ir midiendo los avances.

Tabla VIII. **Monitoreo de la calidad del agua**

PARÁMETRO	RESULTADOS DE LA MUESTRA	CONCENTRACIÓN Y VALORES PERMISIBLES DE LA NORMA	OBSERVACIONES
Temperatura			
Color			
Ph			
Volumen descargado			
Grasas y aceites			
Etc.			

Fuente: elaboración propia.

### 5.4.3. Efectos acumulativos

El impacto acumulativo más probable es la contaminación de cauces por el vertido de aguas residuales que resultan del proceso productivo. Por lo tanto, monitorear estos efectos permitirá a la granja demostrar que está realizando una adecuada gestión ambiental al momento de recibir visitas de inspección de parte de la autoridad competente y de aplicar los indicadores de gestión ambiental.

- Monitoreo de la calidad del aire: es importante llevar el monitoreo de malos olores producidos por la granja para lo cual se puede llevar la siguiente medición y determinar los valores. En una atmósfera estable y en calma, la difusión de un olor es tal, que la intensidad disminuye con el cuadrado de la distancia.

Cuando en la atmósfera hay turbulencia, se aplica la fórmula:

$$I_x = I_0 \cdot e^{C \cdot x}$$

$I_x$  = intensidad del olor a la distancia  $x$

$I_0$  = intensidad del olor en la fuente

$C$  = constante

$X$  = distancia (en metros)

$I_0$  y  $C$ , se determinan experimentalmente para distintos productos

La relación  $I_x/I_0$  = descenso relativo de la intensidad del olor.

En el compostaje, las fuentes de olor son con frecuencia difusas. El problema se puede resolver variando los procesos, las materias primas, o ubicando las instalaciones sabiendo de la predominancia de los vientos,

luego que estos hayan pasado por las poblaciones más comprometidas. Sumado a todo ello, las cortinas vegetales semipermeables a los vientos hacen que la difusión sea mayor, y por lo tanto, la concentración de olor disminuye, si se compara con la misma instalación sin cortinas u obstáculos.

### **5.5. Monitoreo de reutilización y reciclaje**

La reutilización se refiere a volver a utilizar bienes o productos mediante la realización de una mejora o restauración o puede no hacerse una modificación del producto pero que puede ser útil para un nuevo usuario.

En una visión ecológica del mundo, la reutilización es el segundo paso en la acción de disminución de residuos, el primero es la reducción, el tercer y último paso es reciclar.

Mediante la reutilización se puede dar un nuevo uso a un producto, como por ejemplo algunos ordenadores portátiles que han quedado obsoletos se pueden reacondicionar para que otros usuario que necesite las operaciones básicas lo pueda utilizar. Otro ejemplo es el aceite que puede convertirse en biodiesel que luego puede utilizarse en vehículos impulsados por gasóleo petrolífero.

Se propone el indicador del total de residuos utilizables por etapa por unidad de producción mensual:

$$\Delta\% \frac{\text{Unidades residuos utilizables}}{\text{Unidad de producción}} =$$



$$\frac{(\text{Valor de residuos vendidos/mes actual}) - (\text{Valor de residuos vendidos} \\ \text{/ mes anterior}) \times 100}{(\text{Valor de residuos / mes anterior})}$$

## CONCLUSIONES

1. Los desechos derivados de la producción porcina tienen un impacto directamente en el medio ambiente, por lo que se hace necesario realizar una evaluación del impacto ambiental que generan estos desechos sobre los recursos como el agua, el suelo y el aire. A pesar de que la mitigación de estos efectos conllevan a una inversión, los resultados se verán en el mediano plazo.
2. En el proceso de producción de cerdos, el objetivo es llevarlo hasta un peso aproximado de doscientas libras, para lo cual se pasa por cinco etapas fundamentales: destete, inicio, desarrollo, crecimiento y finalización. En cada una de las etapas se obtienen desechos propios de cada una donde se hace necesario llevar un control sobre éstos.
3. Dentro de las fuentes generadoras de contaminantes identificadas y que son vertidos por la granja porcicultora al medio ambiente se encuentran las heces de los animales, cadáveres de animales muertos, orina, placentas, envases y aguas de enjuague de medicamentos, desechos domésticos generados por los empleados, sangre del animal, aguas negras por el lavado de corrales, entre otros.
4. El contar con un plan sobre los desechos generados en cada etapa de producción, así como con los procedimientos para el manejo de éstos, el uso del equipo personal de protección, el transporte interno de los desechos y la adecuada planificación del recurso humano hará que las empresas dedicadas a la producción porcícola tengan un control sobre

los desechos emitidos por la granja, reducir la contaminación ambiental y contar con un ambiente laboral aceptable.

5. Mediante la prevención se puede reducir considerablemente los residuos en cada una de las etapas de la producción porcina y elimina la peligrosidad de éstos en su origen, con lo cual se estará minimizando el impacto negativo sobre el medio ambiente.
6. El programa de capacitación cumple un papel importante dentro del plan de control de desechos si es ejecutado correctamente, tanto el teórico como el práctico, ya que permite concientizar al colaborador hacia la protección del medio ambiente, así como evitar problemas con la salud ocupacional.
7. Un aspecto crucial es la evaluación de la eficiencia del plan de control de desechos, a través de la adecuada documentación de las actividades que se realizan dentro de la granja y las respectivas fichas de control con el objetivo de establecer los registros que permitirán medir el grado de aplicabilidad y en caso de alguna desviación realizar las medidas correctivas.

## RECOMENDACIONES

1. Es importante el uso, seguimiento y mantenimiento de las propuestas para la disposición de desechos planteadas en este trabajo, para lograr la disminución de desechos líquidos y sólidos que contaminan el medio ambiente.
2. Informar a los trabajadores del programa de mejoramiento ambiental continuo, mediante el seguimiento de secuencias de pasos definidos en un proyecto de manejo de desechos y aplicados en forma rutinaria, para obtener un mejor control de contaminación dentro de la granja.
3. La mejor forma para disminuir la cantidad de desperdicio de materiales en los procesos, es la planificación inicial que debe ser realizada por una persona, con amplios conocimientos en las materias primas en los procesos productivos que satisfagan las necesidades del cliente y los costos de la empresa.
4. Elaborar un plan práctico, para la gestión de estiércol mediante la adaptación de los residuos sólidos porcinos para su fermentación en estado sólido y así proveer éste como sustrato a las lombrices, la finalidad es producir lombricompost, de olor agradable y excelente mejorador de suelos.

5. Es sumamente importante que los residuos sólidos de la granja sean manejados sometidos a un proceso de compostaje con el propósito de incrementar la disponibilidad de los nutrientes vegetales y la calidad de la materia orgánica, convirtiéndose así en una excelente vía, para que los residuos porcinos actúen de modo beneficioso en el ambiente.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ARREOLA ILLESCAS, Saúl David. *Estudio y análisis de la instalación de una planta de clasificación de desechos sólidos*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1998. 265 p.
2. ARREQUÍN CORTÉS, Felipe. *Uso eficiente del agua*. México: s.e., s.a. 183 p.
3. CABRERA DE OVALLE, Maritza Dacarett. *Introducción a la evaluación y manejos de riesgos ambientales*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2003. 210 p.
4. CANTER, Larry W. *Manual de estudio de impacto ambiental: técnicas para la elaboración de estudios de impacto*. 2a ed. Madrid: McGraw-Hill, 1998. 156 p.
5. FUQUENE RETAMOSO, Carlos Eduardo. *Producción más limpia, contaminación y gestión ambiental*. Pontificia Universidad Javeriana de Colombia, 2007. 125 p.
6. GRIMALD, John; SIMONDS, Rolling. *La seguridad, su administración*. 2a ed. México: Alfaomega, 1996. 200 p.

7. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. *Programa de Producción más Limpia*. México: Regina de los Ángeles, 1999. 46 p.
8. QUILES SOTILLO, Alberto. *Producción porcina intensiva*. Madrid: Agrícola española, 2004. 59 p.
9. SANS FONFRÍA, Ramón; RIVAS, Joan de Pablo. *Contaminación y tratamientos*. Colombia: Alfaomega, 1999. 143 p.
10. VILLEDA ERAZO, Belia Ayde. *Conciencia ambiental ante el impacto de los desechos sólidos en el área metropolitana*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2000. 178 p.
11. WHITTEMORE, Collins. *Ciencia y práctica de la producción porcina*. España: Acribia, 1966. 636 p.

## APÉNDICES

### Apéndice 1. Ficha de control para el monitoreo de consumo de Agua

#### GRANJA PORCICULTORA HEBRÓN FICHA DE MONITOREO DE CONSUMO DE AGUA

Lugar de Medición en la granja: \_\_\_\_\_

Persona que realizó la medición: \_\_\_\_\_

No.	Fecha	Cantidad (m <sup>3</sup> /mes)		Diferencia m <sup>3</sup>	Costo por m <sup>3</sup>	Equivalente en Litros	Observaciones
		Mes Anterior	Mes Actual				
1							
2							
3							
4							
5							
6							

Fuente: elaboración propia.

### Apéndice 2. Ficha de control para el monitoreo de la eficiencia del consumo de Agua en la producción

#### GRANJA PORCICULTORA HEBRÓN

#### FICHA DE MONITOREO DE LA EFICIENCIA DEL CONSUMO DE AGUA EN LA PRODUCCIÓN

Medidor de Entrada al Proceso			Producción (KG).	Indicador de Agua / Producto Terminado	Observaciones
Lectura Inicial	Lectura Final	Diferencia			

Fuente: elaboración propia.



**Apéndice 3. Ficha de control para el monitoreo de consumo de energía**

**GRANJA PORCICULTORA HEBRÓN**  
**FICHA DE MONITOREO DE CONSUMO DE ENERGÍA**

Lugar de Medición en la granja: \_\_\_\_\_

Persona que realizó la medición: \_\_\_\_\_

No.	Fecha	Cantidad (KWh /mes)		Diferencia KWh	Costo por KWh (Q.)	Equivalente en Q.	Observaciones
		Mes Anterior	Mes Actual				
1							
2							
3							
4							
5							
6							

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 4. Ficha de control para el monitoreo de la eficiencia del consumo de energía en la producción**

**GRANJA PORCICULTORA HEBRÓN**

**FICHA DE MONITOREO DE LA EFICIENCIA DEL CONSUMO DE ENERGÍA EN LA PRODUCCIÓN**

No.	ÁREA DEL PROCESO	CONSUMO DE ENERGÍA KWh/MES	CONSUMO DE COMBUSTIBLE GL/MES	KG DE PRODUCTO GENERADO	OBSERVACIONES
1					
2					
3					

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 5. Ficha de control para la materia prima

### GRANJA PORCICULTORA HEBRÓN FICHA DE CONTROL DE LA MATERIA PRIMA

NOMBRE DE LA MATERIA PRIMA: \_\_\_\_\_ CODIGO: \_\_\_\_\_

Proveedor: \_\_\_\_\_ Procedencia: \_\_\_\_\_ No. De Orden de Compra \_\_\_\_\_

Número de Lote del Proveedor \_\_\_\_\_ Fecha de Ingreso: \_\_\_\_\_

Fecha de Fabricación \_\_\_\_\_ Fecha de Vencimiento: \_\_\_\_\_

Cantidad de Contenedores \_\_\_\_\_ Peso por Unidad: \_\_\_\_\_ Peso Total: \_\_\_\_\_

BODEGA DE MATERIA PRIMA			SUPERVISOR DE ÁREA						
Fecha de Entrega	No. De Contenedores a utilizar	Firma de Bodega de M.P.	Fecha de Pesado	Orden de Producción	Entrada	Salida	Saldo	Firma Encargado de Pesado	Observaciones

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 6. Ficha de control para el mantenimiento de maquinaria y equipo**

<b>GRANJA PORCICULTORA HEBRÓN</b>														
<b>FICHA DE CONTROL PARA EL MANTENIMIENTO DE MAQUINARÍA Y EQUIPO</b>														
Area de la granja: _____														
Máquina o equipo: _____														
Frecuencia de mantenimiento recomendado: _____														
Fecha de monitoreo: _____														
Persona que realizó el monitoreo: _____														
			MES											
No.	Actividad	Frecuencia Recomendada	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>MANTENIMIENTO CORRECTIVO</b>														
Fecha:			Descripción del incidente reportado						Acción ejecutada					

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. **Ficha de control de generación de residuos sólidos**

**GRANJA PORCICULTORA HEBRÓN**  
FICHA DE CONTROL DE GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

No.	TIPO DE RESIDUO	RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS KG/MES											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>ÁREA DE GESTACIÓN</b>													
1	Orgánicos												
2	Inorgánicos												
<b>ÁREA DE MATERNIDAD</b>													
1	Orgánicos												
2	Inorgánicos												
<b>ÁREA DE DESTETE</b>													
1	Orgánicos												
2	Inorgánicos												
<b>ÁREA DE DESARROLLO</b>													
1	Orgánicos												
2	Inorgánicos												
<b>ÁREA DE ENGORDE</b>													
1	Orgánicos												
2	Inorgánicos												

Fuente: elaboración propia

Apéndice 8. **Ficha de control del análisis de aguas versus la norma técnica**

**GRANJA PORCICULTORA HEBRÓN**

**COMPARATIVO DE ANÁLISIS DE AGUA VERSUS NORMA TÉCNICA**

Fecha y hora del muestreo: \_\_\_\_\_

Lugar del muestreo: \_\_\_\_\_

Persona que realizó el muestreo: \_\_\_\_\_

<b>PARAMETRO</b>	<b>RESULTADOS DE LA MUESTRA</b>	<b>CONCENTRACIÓN Y VALORES PERMISIBLES DE LA NORMA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Temperatura			
Color			
Ph			
Volumen descargado			
Grasas y aceites			
Etc.			

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 9. **Ficha de control del análisis de aguas en el tiempo**

**GRANJA PORCICULTORA HEBRÓN**

**COMPARATIVO DE ANÁLISIS DE AGUA EN EL TIEMPO**

Fecha y hora del muestreo: \_\_\_\_\_

Lugar del muestreo: \_\_\_\_\_

Persona que realizó el muestreo: \_\_\_\_\_

PARAMETRO	2011		2012		2013		Observaciones
	Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano	
Temperatura							
Color							
Ph							
Volumen descargado							
Grasas y aceites							
Etc.							

Fuente: elaboración propia.



## ANEXOS

### Anexo 1. **LEGISLACIÓN AMBIENTAL GUATEMALTECA**

#### ACUERDO GUBERNATIVO

No. 236-2006

#### “REGLAMENTO DE LAS DESCARGAS Y REUSO DE AGUAS RESIDUALES Y DE LA DISPOSICIÓN DE LODOS”

**Artículo 1. OBJETO.** El objeto del presente Reglamento es establecer los criterios y requisitos que deben cumplirse para la descarga y reúso de aguas residuales, así como para la disposición de lodos. Lo anterior para que, a través del mejoramiento de las características de dichas aguas, se logre establecer un proceso continuo que permita:

- a. Proteger los cuerpos receptores de agua de los impactos provenientes de la actividad humana.
- b. Recuperar los cuerpos receptores de agua en proceso de eutrofización.
- c. Promover el desarrollo del recurso hídrico con visión de gestión integrada.
- d. También es objeto del presente Reglamento establecer los mecanismos de evaluación, control y seguimiento para que el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales promueva la conservación y mejoramiento del recurso hídrico.



**Artículo 2. APLICACIÓN.** El presente Reglamento debe aplicarse a:

- a. Los entes generadores de aguas residuales;
- b. Las personas que descarguen sus aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público;
- c. Las personas que produzcan aguas residuales para reúso;
- d. Las personas que reúsen parcial o totalmente aguas residuales; y
- e. Las personas responsables del manejo, tratamiento y disposición final de lodos.

**Artículo 3. COMPETENCIA.** Compete la aplicación del presente Reglamento al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Las Municipalidades y demás instituciones de gobierno, incluidas las descentralizadas y autónomas, deberán hacer del conocimiento de dicho Ministerio los hechos contrarios a estas disposiciones, para los efectos de la aplicación de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente.

**Artículo 16. PARÁMETROS DE AGUAS RESIDUALES.** Los parámetros de medición para determinar las características de las aguas residuales son los siguientes:

- a) Temperatura,
- b) Potencial de hidrógeno,
- c) Grasas y aceites,
- d) Materia flotante,
- e) Sólidos suspendidos totales,

- f) Demanda bioquímica de oxígeno a los cinco días a 20° Celsius
- g) Demanda química de oxígeno,
- h) Nitrógeno total,
- i) Fósforo total,
- j) Arsénico,
- k) Cadmio,
- l) Cianuro total,
- m) Cobre,
- n) Cromo hexavalente,
- o) Mercurio,
- p) Níquel,
- q) Plomo,
- r) Zinc,
- s) Color y
- t) Coliformes fecales.

**Artículo 17. MODELO DE REDUCCIÓN PROGRESIVA DE CARGAS DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO.** Los entes generadores existentes deberán reducir en forma progresiva la demanda bioquímica de oxígeno de las aguas residuales que descarguen a un cuerpo receptor, conforme a los valores y etapas de cumplimiento del cuadro siguiente:

Etapa	UNO				
Fecha máxima	Dos de mayo de dos mil once				
Duración,	5				
Carga, kilogra	3000≤EG<6000	6000≤EG<12000	12000≤EG<25000	25000≤EG<50000	50000≤EG<25000
Reducció	10	20	30	35	5
Etapa	DOS				
Duración,	4				
Fecha máxima	Dos de mayo de dos mil quince				
Carga, kilogra	3000≤EG<5500	5500≤EG<10000	10000≤EG<30000	30000≤EG<50000	50000≤EG<125000
Reducció	10	20	40	45	5
Etapa	TRES				
Fecha máxima	Dos de mayo de dos mil veinte				
Duración,	5				
Carga, kilogra	3000≤EG<5000	5000≤EG<10000	10000≤EG<30000	30000≤EG<65000	
Reducció	50	70	85	9	
Etapa	CUATRO				
Fecha máxima	Dos de mayo de dos mil veinticuatro				
Duración,	4				
Carga, kilogra	3000<EG<4000		4000≤EG<		
Reducció	40		6		

EG = carga del ente generador correspondiente, en kilogramos por día.

Para efectos de la aplicación del presente modelo, el valor inicial de descarga estará determinado en el Estudio Técnico. Dicho valor inicial, se refiere a la carga expresada en kilogramos por día de demanda bioquímica de oxígeno. Para los porcentajes de reducción de la etapa uno, se utilizará el valor inicial de descarga del Estudio Técnico y para cada una de las etapas siguientes, la carga inicial será el resultado obtenido de la reducción porcentual de la etapa anterior.

**Artículo 18. DETERMINACIÓN DE DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO.**

Los entes generadores, en el Estudio Técnico, deberán incluir la determinación de la demanda química de oxígeno, a efecto de establecer su relación con la demanda bioquímica de oxígeno, mediante la siguiente fórmula: demanda química de oxígeno dividido entre la demanda bioquímica de oxígeno.

**Artículo 19. META DE CUMPLIMIENTO.** La meta de cumplimiento, al finalizar las etapas del modelo de reducción progresiva de cargas, se establece en tres mil kilogramos por día de demanda bioquímica de oxígeno, con un parámetro de calidad asociado igual o menor que doscientos miligramos por litro de demanda bioquímica de oxígeno. Los entes generadores existentes que alcancen y mantengan éstos valores habrán cumplido con la meta establecida en este artículo y con el modelo de reducción progresiva de cargas del artículo 17 del presente Reglamento.

Los entes generadores existentes que registren cargas menores o iguales a tres mil kilogramos por día, pero que registren valores mayores a doscientos miligramos por litro en el parámetro de calidad asociado, procederán a efectuar la reducción del valor de dicho parámetro de conformidad con los

porcentajes correspondientes a la primera columna del lado izquierdo correspondiente a los rangos, en el modelo de reducción progresiva de cargas del artículo 17, del presente Reglamento.

Los entes generadores existentes de aguas residuales de tipo especial y ordinario que después de tratar dichas aguas, y que en cualesquiera de las etapas del modelo de reducción progresiva de cargas alcancen y mantengan valores en el parámetro de calidad asociado, iguales o menores que cien miligramos por litro en la demanda bioquímica de oxígeno, podrán realizar descargas mayores a tres mil kilogramos por día de demanda bioquímica de oxígeno.

**Artículo 20. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES A CUERPOS RECEPTORES.** Los límites máximos permisibles de los parámetros para las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores son:

			Fecha máxima de cumplimiento			
			Dos de mayo de dos mil once	Dos de mayo de dos mil quince	Dos de mayo de dos mil veinte	Dos de mayo
			Etapa			
Parámetros	Dimensionales	Valores iniciales	Uno	Dos	Tres	Cuatro
Temperatura	Grados Celsius	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7
Grasas y aceites	Miligramos por litro	1500	100	50	25	10
Materia flotante	Ausencia/presencia	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	3500	600	400	150	100
Nitrógeno total	Miligramos por litro	1400	100	50	25	20
Fósforo total	Miligramos por litro	700	75	30	15	10
Potencial de hidrógeno	Unidades de potencial de hidrógeno	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Coliformes fecales	Número más probable en cien	$< 1 \times 10^8$	$< 1 \times 10^6$	$< 1 \times 10^5$	$< 1 \times 10^4$	$< 1 \times 10^4$
Arsénico	Miligramos por litro	1	0.5	0.1	0.1	0
Cadmio	Miligramos por litro	1	0.4	0.1	0.1	0
Cianuro total	Miligramos por litro	6	3	1	1	1
Cobre	Miligramos por litro	4	4	3	3	3
Cromo hexavalente	Miligramos por litro	1	0.5	0.1	0.1	0
Mercurio	Miligramos por litro	0.1	0.1	0.02	0.02	0.01
Níquel	Miligramos por litro	6	4	2	2	2
Plomo	Miligramos por litro	4	1	0.4	0.4	0
Zinc	Miligramos por litro	10	10	10	10	10
Color	Unidades platino cobalto	1500	1300	1000	750	500

TCR = temperatura del cuerpo receptor, en grados Celsius.

**Artículo 21. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA ENTES GENERADORES NUEVOS.** Los entes generadores nuevos deberán cumplir, desde el inicio de sus operaciones, con una meta de tres mil kilogramos por día de demanda bioquímica de oxígeno, con un parámetro de calidad asociado igual o menor que doscientos miligramos por litro de demanda bioquímica de oxígeno. En el caso de que el parámetro de calidad asociado sea igual o menor a cien miligramos por litro en la demanda bioquímica de oxígeno, podrán realizar descargas mayores a tres mil kilogramos por día de demanda bioquímica de oxígeno.

Adicionalmente, deberán cumplir los límites máximos permisibles de los parámetros siguientes:

Parámetros	Dimensional	Límites máximos
Temperatura	Grados	TCR +/-
Grasas y aceites	Miligramos	10
Materia flotante	Ausencia/pre	Ausent
Sólidos suspendidos	Miligramos	100
Nitrógeno total	Miligramos	20
Fósforo total	Miligramos	10
hidrógeno	Unidades de potencia	6 a 9
Coliformes fecales	Número más probable	< 1x10 <sup>4</sup>
Arsénico	Miligramos	0.1
Cadmio	Miligramos	0.1
Cianuro total	Miligramos	1
Cobre	Miligramos	3
Cromo hexavalente	Miligramos	0.1
Mercurio	Miligramos	0.01
Níquel	Miligramos	2
Plomo	Miligramos	0.4
Zinc	Miligramos	10
Color	Unidades	500

TCR = temperatura del cuerpo receptor, en grados Celsius.

Cuando de conformidad con lo establecido en el artículo 8 de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente se requiera un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, el ente generador deberá cumplir con los valores de los límites máximos permisibles contenidos en el presente artículo.



El ente generador nuevo que, por razones técnicas debidamente justificadas, requiera de un período de estabilización productiva, definirá en el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental la necesidad y etapas de ajuste consecutivas dentro del período de estabilización, el cual no excederá de seis meses, contados a partir del inicio de operaciones del ente generador. El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, establecerá en la resolución aprobatoria del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental correspondiente, el plazo o plazos consecutivos de las etapas que fueren necesarias para dicho período de estabilización.

**LEY DE PROTECCIÓN Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE**  
**DECRETO No. 68-86 Congreso de la República de Guatemala,**  
**DECRETO NÚMERO 68-86**  
**CAPITULO**

**Principios Fundamentales**

**Artículo 1.** El estado. Las municipalidades y los habitantes del territorio nacional, propician el desarrollo social económico, científico y tecnológico que prevenga la contaminación el medio ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Por lo tanto, la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, suelo, sustituirlo y el agua, deberán realizarse racionalmente.

**Artículo 2.** La aplicación esta ley y sus reglamentos Compete al Organismo Ejecutivo por medio de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, cuya creación, organización, funciones y atribuciones establece la presente ley.

**Artículo 3.** El Estado destinará los recursos técnicos y financieros para el funcionamiento de la Comisión Nacional del Medio Ambiente.

**Artículo 4.** El Estado velará porque la planificación del desarrollo nacional sea compatible con la necesidad de proteger, conservar y mejorar el medio ambiente.

**Artículo 5.** La descarga y emisión de contaminantes que afecten a los sistemas y elementos indicados en el artículo 10 de esta ley, debe sujetarse a las normas ajustables a la misma y sus reglamentos.

**Artículo 6.** (Reformado por el Decreto del Congreso Número 75-91) El suelo, subsuelo y límites de aguas nacionales no podrán servir de reservorio o desperdicios contaminados del medio ambiente o radioactivos. Aquellos materiales y productos contaminantes que esté prohibida su utilización en su país de origen no podrán ser introducidos en el territorio nacional.

**Artículo 7.** Se prohíbe la introducción al país, por cualquiera de excrementos humanos o animales, basuras domiciliarias o municipales y sus derivados, cienos o lodos cloacales tratados así como desechos tóxicos provenientes de procesos industriales que contengan sustancias que puedan infectar, contaminar y/o degradar al medio ambiente y poner en peligro la vida y la salud de los habitantes. incluyendo entre él las mezclas o combinaciones químicas, restos de metales pesados, residuos de materiales radiactivos, ácidos y álcalis no determinados, bacterias, virus, huevos, larvas, esporas y hongos zoo y fitopatógenos.

**Artículo 8.** (Reformado por el Decreto del Congreso Número 1-93) Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioro a los recursos naturales renovables o al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje ya los culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación del impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la comisión del Medio Ambiente. El funcionario que omitiere exigir el estudio de Impacto Ambiental de conformidad con este Artículo, será responsable personalmente del incumplimiento de deberes, así como el particular que omitiere cumplir con dicho estudio de Impacto Ambiental será sancionado con una multa de Q5.000.00 a Q100,000.00. En caso de cumplir con este requisito en el término de seis meses de haber sido multado. el negocio será clausurado en tanto no cumpla.

**Artículo 9.** La Comisión Nacional de Protección del Medio Ambiente está facultada para requerir de las personas individuales o jurídicas, toda información que conduzca a la verificación del cumplimiento de las normas prescritas por esta ley y sus reglamentos.

**Artículo 10.** El Organismo Ejecutivo pro conducto de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, realizará la vigilancia con que considere necesarias para el cumplimiento de la presente ley. Al efecto, el personal autorizado tendrá acceso a los lugares o establecimientos, objeto de dicha vigilancia e inspección, siempre que no se tratare de vivienda, ya que de ser así deberán contar con orden de juez competente.

**TITULO II**  
**Disposiciones preliminares**  
**CAPITULO ÚNICO**  
**Del objeto de la ley**

**Artículo 11.** La presente ley tiene por objeto velar por el mantenimiento del equilibrio eco lógico y la calidad del medio ambiente para mejorar la calidad de vida de los habitantes del país.

**Artículo 12.** Son objetivos específicos de la ley los siguientes:

- a. La protección, conservación y mejoramiento de los recursos naturales del país, así como la prevención del deterioro y mal uso o destrucción de los mismos. y la duración del medio ambiente en general;
- b. La prevención, regulación y control de cualesquiera de las actividades que origine deterioro del medio ambiente y contaminación de los sistemas ecológicos, y excepcionalmente, la prohibición en casos que asienten la calidad de vida y el bien común calificadas así previa dictámenes científicos y técnicos emitidos por organismos coherentes;
- c. Orientar los sistemas educativos, ambientales y culturales, hacia la formación de recursos humanos calificados en ciencias ambientales y la ocupación a todos los niveles para formar una conciencia ecológica en toda la población.
- d. El diseño de la política ambiental y coadyuvar en la ocupación del espacio;
- e. La creación de toda clase de incentivos y estimula para fomentar programas

- f. iniciativas que se encaminen a la protección, mejoramiento y restauración del medio ambiente; El uso integral y manejo racional de las cuencas y sistemas hídricos;
- g. La promoción de tecnología apropiada y aprovechamiento de fuentes limpias para la obtención de energía;
- h. Salvar y curar aquellos cuerpos de agua que estén amenazando o en grave peligro de extinción;
- i. Cualesquiera otras actividades que se consideren necesarias para el logro de esta ley.

**Artículo 13.** Para los efectos de la presente ley. el medio ambiente comprende: los sistemas atmosféricos (aire); lúdrico (agua); lítico (roca y minerales); edáfico (suelos); biótico (animales y plantas); elementos audiovisuales y recursos naturales y culturales.

**TITULO III**  
**De los sistemas y elementos ambientales**  
**CAPITULO I**  
**Del Sistema atmosférico**

**Artículo 14.** Para prevenir la contaminación atmosférica y mantener la calidad del aire. el Gobierno. por medio de la presente ley, emitirá los reglamentos correspondientes y de las disposiciones que sean necesarias para:

- a. Promover el empleo de métodos adecuados para reducir las emisiones contaminantes;
- b. Promover en el ámbito nacional e internacional las acciones necesarias para proteger la calidad de la atmósfera;
- c. Regular las sustancias contaminantes que provoquen alteraciones inconvenientes de la atmósfera;
- d. Regular la existencia de lugares que promueven emanaciones;
- e. Regular la contaminación producida por el consumo de los diferentes energéticos;
- f. Establecer estaciones o redes de muestreo para detectar y localizar las fuentes de contaminación atmosférica;
- g. Investigar y controlar cualquier otra causa o fuente de contaminación atmosférica;

## **CAPITULO II**

### **Del Sistema Hídrico**

**Artículo 15.** El Gobierno velará por el mantenimiento de la cantidad del agua para el uso humano y otras actividades cuyo empleo sea indispensable, por lo que emitirá las disposiciones que sean necesarias y los reglamentos correspondientes para:

- a. Evaluar la calidad de las aguas y sus posibilidades de aprovechamiento mediante análisis periódicos sobre sus características físicas, químicas y biológicas;
- b. Ejercer control para que el aprovechamiento y uso de las aguas no cause deterioro ambiental;
- c. Revisar permanentemente los sistemas de disposición de aguas servidas o contaminadas para que cumplan con las normas de higiene y saneamiento ambiental y fijar los requisitos;
- d. Determinar técnicamente los casos en que debe producirse o permitirse el vertimiento de residuos, basuras, desechos o desperdicios en una fuente receptora de acuerdo a las normas de calidad del agua;
- e. Promover y fomentar la investigación y el análisis permanente de las aguas interiores, litorales y oceánicas que constituyen la zona económica, marítima de dominio exclusivo;
- f. Promover el uso integral y el manejo racional de cuencas hídricas, manantiales y fuentes de abastecimiento de aguas;



- g. Investigar y controlar cualquier causa o fuente de contaminación hídrica para asegurar la conservación de los ciclos biológicos y el normal desarrollo de las especies;
- h. propiciar en el ámbito nacional e internacional la acción para mantener la capacidad reguladora del clima en función de cantidad y calidad
- i. Velar por la conservación de la flora, principalmente los bosques, para el mantenimiento y el equilibrio del sistema hídrico, promoviendo la inmediata reforestación de las cuencas lacustre de ríos y manantiales;
- j. Prevenir, controlar y determinar los niveles de contaminación de los ríos, lagos y mares de Guatemala;
- k. Investigar, prevenir y controlar cualesquiera otras causas o fuentes de contaminación hídrica.

### **CAPITULO III**

#### **De los sistemas Lítico y edáfico**

**Artículo 16.** El Organismo Ejecutivo emitió los reglamentos relacionados con:

- a. Los procesos capaces de producir deterioro en los sistemas líticos (o de rocas y minerales) y edáfico (o los suelos), que provengan de actividades industriales, minerales, petroleras, pesqueras y otras;
- b. La descarga de cualquier tipo de sustancias que puedan alterar la calidad física, química o mineralógica del suelo o del subsuelo que le sean nocivas a la salud o a la vida humana, la flora, la fauna ya los recursos o bienes;
- c. La adecuada protección y explotación de los recursos minerales y combustibles fósiles, y la adopción de normas de evaluación del impacto de estas explotaciones sobre el medio ambiente a efecto de prevenirlas o minimizarlas.
- d. La conservación, salinización, laterización, desertificación y aridificación del paisaje así como la pérdida de transformación de energía;
- e. El deterioro cualitativo y cuantitativo de los suelos;
- f. Cualquiera otra causa o procesos que puedan provocar deterioro de estos sistemas.

## **CAPITULO IV**

### **De la prevención y control de la contaminación por sólido o audial**

**Artículo 17.** El Organismo Ejecutivo emitirá los reglamentos correspondientes que sean necesarios, en relación con la emisión de energía en forma de ruido, sonido, microondas, Vibraciones, ultrasonido o acciones que perjudiquen la salud física y mental y el bienestar humano, o que cause trastornos al equilibrio ecológico. Se considera actividades susceptibles de degradar el ambiente y la salud, los sonidos o ruidos que sobrepasen los límites permisibles cualesquiera que sean las actividades o causas que los originen.

## **CAPITULO V**

### **De la prevención y control de la contaminación**

**Artículo 18.** El Organismo Ejecutivo emitirá los reglamentos correspondientes, relacionados con las actividades que puedan causar alteración estética del paisaje y de los recursos naturales, provoquen ruptura del paisaje y ~ factores considerados como agresión visual y cualesquiera otras situaciones de contaminación y de visual, que afecten la salud mental y física y la seguridad de las personas.

## **CAPITULO VI**

### **De la conservación y protección de los sistema bióticos**

**Artículo 19.** Para la conservación y protección de los sistemas bióticos (o de la vida para los animales y las plantas), el Organismo Ejecutivo emitirá los reglamentos relacionados con los aspectos siguientes:

- a. La protección de las especies o ejemplares animales o vegetales que corran peligro de extinción;
- b. La promoción del desarrollo y uso de métodos de conservación y aprovechamiento de la flora y la fauna silvestre;
- c. El establecimiento de un sistema de áreas de conservación a fin de salvaguardar el patrimonio genético nacional, protegiendo y conservando los fenómenos geomorfológicos especiales, el paisaje, la flora y la fauna;
- d. La importancia de especies vegetales y animales que deterioren el equilibrio biológico del país, y la exportación de especies únicas en vías de extinción.;
- e. El comercio ilícito de especies consideradas en peligro; y
- f. El velar por el cumplimiento de tratados y convenios internacionales relativos a la conservación del patrimonio natural.

## **TÍTULO IV**

### **Del órgano encargado de la aplicación de esta ley**

#### **CAPITULO I**

##### **De la creación de la Comisión Nacional del Medio Ambiente**

**Artículo 20.** Se crea la Comisión Nacional del Medio Ambiente, la que dependerá directamente de la Presidencia de la República y su función será asesorar y coordinar todas las acciones a la formulación y aplicación de la política nacional, para la protección y mejoramiento del Medio Ambiente. Propiciándolo a través de los correspondientes Ministerios de Estado, Secretaria General del Consejo Nacional de Planificación Económica y dependencias descentra autónomas, - semiautónomas, municipales y sector público del país.

**Artículo 21.** La Comisión Nacional del Medio Ambiente, se integra con:

- a. Un Coordinador, quien la presidirá; y
- b. Un Consejo Técnico Asesor. Un reglamento interno establecerá la organización técnica y administrativa de la Comisión Nacional del Medio Ambiente.

**Artículo 22.** El Coordinador Nacional del Medio Ambiente. será nombrado por el Presidente de la República, debiendo reunir las mismas calidades que los Ministros de Estado y ser profesional o técnico en la materia con experiencia mínima de dos años.

**Artículo 23.** Las funciones del Coordinador Nacional del Medio Ambiente son las siguientes:

- a. Asesorar al Ejecutivo en todos aquellos asuntos relacionados con la protección y mejoramiento del Medio Ambiente.
- b. Presentar al Ejecutivo para su aprobación, las políticas ambientales del país;
- c. Presidir el Consejo Técnico Asesor;
- d. Concertar y coordinar, con base en los dictámenes y recomendaciones del Consejo Técnico Asesor, a los Ministerios de Estado, Secretaría General del Consejo Nacional de Planificación Económica y dependencias descentralizadas, autónomas, semiautónomas, municipalidades y por Privado del país, todas las acciones relacionadas con la protección y mejoramiento del Medio Ambiente;
- e. Promover y coordinar la cooperación internaciones técnica y financiera, para efectos de la protección y mejoramiento del Medio Ambiente;
- f. Las demás que establezca el Reglamento interno.

**Artículo 24.** El Consejo Técnico Asesor, se integra con diez miembros, un delegado titular y un suplente: de la Secretaria de Planificación Económica, del sector Público Agrícola del Ministerio de Desarrollo Urbano y Rural, del Ministerio de Educación, del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, del Ministerio de la Defensa Nacional, del Comité Coon1inador de Asociaciones Agrícolas, Industriales y Financieras (CACIF) de la Universidad de San Carlos

de Guatemala. de las Asociaciones de Periodistas de Guatemala, de las Universidades privadas del país. Todos ellos, preferiblemente con conocimientos en las ciencias ambientales y/o ecológicas.

**Artículo 25.** Son funciones del Consejo Técnico Asesor, las siguientes:

- a. la política nacional relativa a la protección y mejoramiento del Formular Medio Ambiente;
- b. Asesorar, supervisar, recomendar y dictaminar sobre todas las acciones para la aplicación de la política nacional para la protección y mejoramiento del Medio Ambiente;
- c. Supervisar el cumplimiento de los Convenios Tratados y Programas Interaccionales. de los que Guatemala forma parte en relación con la protección y mejoramiento del Medio Ambiente;
- d. Recomendar los estudios las obras y trabajos así como la implementación de medidas que sean necesarias para prevenir el deterioro del Medio Ambiente;
- e. Hacer las recomendaciones pertinentes para que los proyectos de desarrollo contemplen las consideraciones ecológicas para el uso racional de los recursos naturales, la protección del Medio Ambiente, zonificación del espacio y la conservación y mejoramiento del patrimonio natural y cultural del país;
- f. Asesorar las instituciones públicas y privadas sobre las actividades y programas que conciernan a la prevención, control y mejoramiento de los sistemas ambientales;

- g. Promover la educación ambiental en los sistemas educativos, informativos y culturales. a fin de crear y fomentar un conciencia ecológica;
- h. Recabar, centralizar y toda información inherente a la protección y mejoramiento ambiental a través de Bancos de Datos;
- i. Localizar, clasificar y evaluar en forma sistemática y ordenada, por medio de un registro catastral, las fuentes de contaminación y las áreas en donde existe deterioro ambiental;
- j. Mantener un registro actual de todas aquellas disposiciones legales, tanto en el ámbito nacional, como internacional relativas a la protección y mejoramiento del ambiente;
- k. Representar al país en los eventos internacionales, relacionados con el medio ambiente;
- l. Propiciar y analizar cualesquiera reglamentos y normas que tiendan a mantener un ambiente de calidad;
- m. Recomendar y supervisar los estudios de evaluación de impacto ambiental a las personas, empresas o instituciones de carácter público o privado, a efecto de determinar las mejores opciones que permitan un desarrollo sostenido;
- n. Promover la formulación de recursos humanos calificados en ciencias ambientales y recursos naturales;
- o. Promover estudios, estrategias y técnicas para el aprovechamiento racional de la fauna y la flora del país



- p. Promover la creación, desarrollo y manejo del sistema en áreas de conservación;
- q. Promover y coordinar las acciones tendientes a recuperar ambientes deteriorados;
- r. Promover la incorporación de la dimensión ambiental en los programas y proyectos de desarrollo y
- s. El Consejo Técnico Asesor, podrá propiciar a través de la Comisión Nacional de Protección al Medio Ambiente, la creación de fundaciones para promover y desarrollar estudios e investigaciones concernientes al Medio Ambiente, conservación. uso racional y sostenido de los recursos naturales; Las Fundaciones, para el mejor funcionamiento de sus objetivos, podrán recibir aportaciones del Sector Público y del Privado. Estos aportes serán deducibles en los términos y condiciones que disponga la Ley del impuesto sobre la Renta. Las Fundaciones destinarán los recursos que obtengan, al incremento de propagandas que realicen los organismos de investigación existentes y otros que estén relacionados con la conservación del ambiente y de los recursos naturales renovables

**Artículo 26.** Para el logro de sus propósitos, la Comisión Nacional del Medio Ambiente, contará con la cooperación de los Ministerios de Estado, Secretaría General del Consejo Nacional de Planificación Económica y Tendencias autónomas, semiautónomas, municipales y Sector Privado del país.

**Artículo 27.** En casos de emergencia, la Comisión Nacional del Medio Ambiente, podrá emitir declaratoria de la peligrosidad en aquellas actividades de grave incidencia ambiental y realizar los estudios de evaluación de impacto ambiental que procedan.

**Artículo 28.** Todas las dependencias públicas, entidades descentralizadas y las municipalidades podrán colaborar con la Comisión Nacional del Medio Ambiente, en todos aquellos asuntos que lo eran. El Presidente de la República, cuando lo estime necesario, podrán convocar a sesión a la Comisión Nacional del Medio Ambiente, y si asiste, presidirá las sesiones de que se trate. La Comisión coordinará todas sus actividades con el Congreso Nacional de Desarrollo Urbano y Rural.

## **TITULO V**

### **CAPITULO UNICO**

#### **Infracciones y sanciones**

**Artículo 29.** Toda acción u omisión que contravenga las disposiciones de la presente ley, efectuando así de manera negativa la cantidad y calidad de los recursos naturales y los elementos que conforman el ambiente, se considerará como infracción y se sancionará de conformidad con los procedimientos de la presente ley, sin perjuicio de los delitos que contempla el Código Penal. Para el caso de delitos, la Comisión los denunciará a los tribunales correspondientes, impulsados por el Ministerio Público, que será parte de estos procesos para obtener la aplicación de las penas.

**Artículo 30.** Se concede acción popular para denunciar ante la autoridad, todo hecho, acto u omisión que genere contaminación y deterioro o pérdida de recursos naturales o que afecte los niveles de calidad de vida. Si en la

localidad no existiera representante de la Comisión Nacional de con del Medio Ambiente, la denuncia se podrá hacer ante la autoridad municipal, la que la remitirá para su atención y trámite a la mencionada Comisión.

**Artículo 31.** Las sanciones que la Comisión Nacional del Medio Ambiente dictamine por las acciones a las disposiciones de la presente Ley, son las siguientes:

- a. Advertencia, aplicada a juicio de la Comisión Nacional del Medio Ambiente y valorada bajo un criterio de evaluación de la magnitud del impacto ambiental;
- b. Tiempo determinado para cada caso específico para la corrección de factores que deterioran el ambiente con participación de la Comisión en la búsqueda de alternativas viables para ambos objetivos;
- c. Suspensión cuando hubiere variación negativa en los parámetros de constitución establecidos para cada caso específico por la Comisión Nacional del Medio Ambiente;
- d. Comiso de las materias primas, instrumentos, materiales y objetos que provengan de la infracción cometida, pudiéndose destinar a subasta pública a su eliminación cuando fueren nocivos al medio ambiente;
- e. La demolición de construcciones violatorias de disposiciones sobre protección y mejoramiento del Medio Ambiente;
- f. El establecimiento de multas para restablecer el impacto de los daños causados al ambiente, valorados cada cual en su magnitud; y

- g. Cualesquiera otras medidas tendientes a corregir y reparar los daños causados y evitar la contaminación de actos perjudiciales al medio ambiente y los recursos naturales.

**Artículo 32.** La aplicación de las sanciones a que se refiere el artículo anterior, será competencia de la Comisión Nacional del Medio Ambiente.

**Artículo 33.** Para la aplicación de lo regulado en este capítulo, la Comisión Nacional del Medio Ambiente, tendrá en cuenta discrecional:

- a. La mayor o menor gravedad del impacto ambiental;
- b. La trascendencia del mismo en perjuicio de la población;
- c. Las condiciones en que se produce; y
- d. La reincidencia.

**Artículo 34.** Previo a imponerla sanción correspondiente, los infractores serán citados y oídos por la Comisión Nacional del Medio Ambiente. Estas sanciones las aplicará la Comisión, siguiendo el procedimiento de los incidentes, señalado en la Ley del Organismo Judicial.

**Artículo 35.** Evacuada la audiencia y emitidos los dictámenes respectivos, la Comisión Nacional del Medio Ambiente, dictará la resolución correspondiente. En los casos de incomparecencia, sin más trámite se resolverá lo que en derecho corresponda.

**Artículo 36.** Toda multa o sanción que se imponga, deberá hacerse efectiva en los plazos que la comisión establezca para caso en particular. En caso de incumplimiento, se procederá de conformidad con la ley correspondiente, siempre que no existan recursos pendientes. Las multas ingresarán al Fondo Común del Erario, en cuenta especial como disponibilidad privativa a favor de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, con destino a programas para la conservación y mejoramiento del ambiente, y la calidad de vida de los habitantes del país.

**Artículo 37.** Toda persona que se considere afectada por los hechos degradantes al ambiente, podrá acudir a la Comisión Nacional del Medio Ambiente, a efecto que se investiguen tales hechos y se proceda conforme a esta ley.

**Artículo 38.** Las resoluciones que dicte la Comisión Nacional del Medio Ambiente, podrán ser revocadas de oficio cuando no estén consentidas por los interesados. Contra dichas resoluciones procede el recurso de revocatoria que agota la vía administrativa.

El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social conocerá de los recursos de revocatoria que se interpongan contra resoluciones de la Comisión y procede al de lo Contencioso-Administrativo contra las resoluciones del Ministerio, el que podrá interponer también la Comisión, cuando considere se afecten los intereses de la Nación en materia de protección del Medio Ambiente.

**Artículo 39.** La Comisión Nacional del Medio Ambiente, recomendar a la Presidencia de la República, las derogatorias fiscales como otro tipo de incentivos en base a solicitudes aprobadas por la Comisión Nacional del Medio Ambiente.

**DECRETO N° 90-97**  
**CÓDIGO DE SALUD**

**ARTICULO 68: Ambientes Saludables.** El Ministerio de Salud, en colaboración con la Comisión Nacional del Medio Ambiente, las Municipalidades y la comunidad organizada, promoverán un ambiente saludable que favorezca el desarrollo pleno de los individuos, familias y comunidades.

**ARTICULO 69: Límites de exposición y de calidad ambiental.** El Ministerio de Salud y la Comisión Nacional del Medio Ambiente, establecerán los límites de exposición y de calidad ambiental permisibles a contaminantes ambientales, sean estos de naturaleza química, física o biológica. Cuando los contaminantes sean de naturaleza radiactiva, el Ministerio de Salud en coordinación con el Ministerio de Energía y Minas, establecerá los límites de exposición y calidad ambiental permisible. Asimismo, determinará en el reglamento respectivo los periodos de trabajo del personal que labore en sitios expuestos a estos contaminantes

**ARTICULO 70: Vigilancia de la calidad ambiental.** El Ministerio de Salud, la Comisión Nacional del Medio Ambiente, las Municipalidades y la comunidad organizada, establecerán un sistema de vigilancia de la calidad ambiental sustentado en los límites permisibles de exposición.

**ARTÍCULO 71: Derecho a la información.** El Ministerio de Salud, Comisión Nacional del Medio Ambiente y las Municipalidades deberán recolectar y divulgar información pertinente a la población, sobre los riesgos a la salud asociados con la exposición directa o Indirecta de los agentes

contaminantes. que excedan los límites de exposición y de calidad ambiental establecidos.

**ARTICULO 72: Programas de prevención y control de riesgos ambientales.** El Ministerio de Salud. la Comisión Nacional del Medio Ambiente, las Municipalidades y la comunidad organizada con todas las otras instancias apropiadas, sean públicas o privadas, promoverán el desarrollo de programas de cuidado personal y de reducción de riesgos a la salud vinculados con desequilibrios ambientales u ocasionados por contaminantes químicos, físicos o biológicos el Ministerio de Salud velará por el cumplimiento de los acuerdos internacionales ratificados por Guatemala que prohíben el uso de sustancias dañinas al medio ambiente y en consecuencia al ser humano.

**ARTICULO 73: Importación de desechos.** Se prohíbe la importación de desechos tóxicos, radiactivos y/o difícil degradación.

**ARTICULO 74: Evaluación de Impacto ambiental y salud.** El Ministerio de Salud la Comisión Nacional del Medio Ambiente y las Municipalidades. Establecer los criterios para la realización de estudios de evaluación de impacto ambiental, orientados a determinar las medidas de. prevención y de mitigación necesarias, para reducir riesgos potenciales a la salud derivados de desequilibrios en la calidad ambiental. producto de la realización de obras o procesos de desarrollo industrial, urbanístico, agrícola, pecuario, turístico, forestal y pesquero.

**ARTICULO 75: Sustancias y materiales peligrosos.** El Ministerio de Salud y la Comisión Nacional del Medio Ambiente en coordinación con otras instancias del sector público y privado, establecerán los criterios, normas y

estándares para la producción, importación, tráfico, distribución almacenamiento y venta de sustancias y materiales peligrosos para la salud; el ambiente y el bienestar individual colectivo.

**ARTICULO 76: De los desastres y calamidades públicas.** El Ministerio de Salud conjuntamente con otras instituciones del Sector y otros sectores participarán en la formulación de políticas, estrategias, planes, programas y proyectos orientados a la prevención y mitigación del impacto de desastres y calamidades públicas.

**ARTICULO 77: Responsabilidad del sector en casos de desastres.** El Ministerio de Salud, las instituciones que conforman, el Sector y la comunidad, participarán en todas las acciones de prevención, atención y rehabilitación en casos de desastres en los aspectos de la atención directa tanto de las personas como del ambiente.

## **SECCIÓN II**

### **AGUA POTABLE**

**ARTICULO 78: Acceso y Cobertura Universal.** El Estado a través del Ministerio de Salud en coordinación con el Instituto de Fomento Municipal y otras instituciones del sector impulsará una política prioritaria y de necesidad pública, que garantice el acceso y cobertura universal de la población a los servicios de agua potable con énfasis en la gestión de las propias comunidades para garantizar el manejo sostenible del recurso.



**ARTICULO 79: Obligatoriedad de las municipalidades.** Es obligación de las Municipalidades abastecer el agua potable a las comunidades situadas dentro de su jurisdicción territorial conforme lo establece el Código Municipal y las necesidades de la población en el contexto de las políticas de Estado en esta materia y consignadas en la presente ley.

**ARTICULO 80: Protección de las fuentes de agua.** El Estado, a través del Ministerio de Salud en coordinación con las instituciones del Sector, velarán por la protección, conservación, aprovechamiento y uso racional de las fuentes del agua potable, las Municipalidades del país están obligadas como principales prestatarias del servicio de agua potable a proteger y conservar las fuentes de agua y apoyar y colaborar con las políticas del Sector, para el logro de la cobertura universal dentro su jurisdicción territorial, en términos de cantidad y calidad del servicio.

**ARTICULO 81: Declaración de utilidad pública.** El Estado a través del Ministerio de Salud, Instituciones del Sector y otras, garantizará que los ríos, lagos, lagunas, riachuelos, nacimientos y otras fuentes naturales de agua, puedan en base a dictamen técnico, declararse de utilidad e interés público, para el abastecimiento de agua potable en beneficio de las poblaciones urbanas y rurales de acuerdo con la ley específica, la servidumbre de acueducto se regulará en base al Código Civil y otras leyes de la materia.

**ARTICULO 82: Fomento de la construcción de servicios.** El Ministerio de Salud en coordinación con las Municipalidades y la comunidad organizada en congruencia con lo establecido en los artículos 78 y 79 de la presente ley fomentará la construcción de obras destinadas a la provisión y abastecimiento permanente de agua potable a las poblaciones urbanas y rurales.

**ARTICULO 83: Dotación de agua en centros de trabajo.** Las empresas agroindustriales, o de cualquier otra índole, garantizarán el acceso de los servicios de agua a sus trabajadores. que cumpla con requisitos para consumo humano.

**ARTÍCULO 84: Tala de árboles.** Se prohíbe terminantemente la tala de árboles en las riberas de ríos, riachuelos, lagos, lagunas y fuentes de agua, hasta 25 metros de sus riberas. La transgresión a dicha disposición será sancionada de acuerdo a lo que establezca el presente Código.

**ARTICULO 85: Organizaciones no gubernamentales/ QNG.S.** El Ministerio de Salud, las Municipalidades y la comunidad organizada, establecerán las prioridades que las organizaciones no gubernamentales deban atender para abastecer de servicios de agua potable.

**ARTICULO 86: Normas.** El Ministerio de Salud establecerá las normas vinculadas a la administración, construcción y mantenimiento de los servicios de agua potable para consumo humano vigilando en coordinación con las Municipalidades y la comunidad organizada la calidad del servicio y del agua de todos los abastos para uso humano. son estos públicos o privados.

**ARTICULO 87: Purificación del agua.** Las Municipalidades y demás instituciones públicas o privadas encargadas del manejo y abastecimiento de agua potable, tienen la obligación de purificarla, en base a los métodos que sean establecidos por el Ministerio de Salud. El Ministerio deberá brindar asistencia técnica a las Municipalidades de una manera eficiente para su cumplimiento. La transgresión a esta disposición. conllevará sanciones que quedarán establecidas en la presente ley, sin detrimento de las sanciones penales en que pudiera incurrirse.

**ARTÍCULO 88: Certificado de calidad.** Todo proyecto de abastecimiento de agua, previo a su puesta en ejecución, deberá contar con un certificado extendido de una manera ágil por el Ministerio de Salud en el cual se registre que es apta para consumo humano. Si el certificado no es extendido en el tiempo establecido en el reglamento respectivo, el mismo se dará por extendido quedando la responsabilidad de cualquier darlo en el funcionario o empleado que no emitió opinión en el plazo estipulado.

**ARTICULO 89: Conexión de servicios.** Los propietarios o poseedores de inmuebles y abastecimientos de agua ubicados en el radio urbano, dotado de redes centrales de agua potable, deberán conectar dichos servicios de acuerdo con los reglamentos municipales; corresponde a las municipalidades controlar el cumplimiento de esta disposición.

**ARTICULO 90: Agua contaminada.** Queda prohibido utilizar agua contaminada, para el cultivo de vegetales alimentarios para el consumo humano en el reglamento respectivo. Quedarán establecidos los mecanismos de control.

**ARTICULO 91: Suspensión del servicio.** En las poblaciones que cuentan con servicio de agua potable, queda prohibido suspender este servicio, salvo casos de fuerza mayor que determinarán las autoridades de salud, en coordinación con las municipalidades tales como morosidad o alteración dudosa por parte del usuario

**SECCION III**  
**DE LA ELIMINACIÓN Y DISPOSICION DE EXCRETAS Y AGUAS**  
**RESIDUALES**

**ARTICULO 92: Dotación de servicios.** Las municipalidades, industrias, comercios, entidades agropecuarias, turísticas y otro tipo de establecimientos públicos y privados, deberán dotar o promover la instalación de sistemas adecuados para la eliminación sanitaria de excretas, el tratamiento de aguas residuales y aguas servidas, así como del mantenimiento de dichos sistemas conforme a la presente ley y los reglamentos respectivos.

**ARTICULO 93: Acceso y cobertura.** El Ministerio de Salud de manera conjunta con las instituciones del Sector, las Municipalidades y la comunidad organizada promoverá la cobertura universal de la población a servicios para la disposición final de excretas, la conducción y tratamientos de aguas residuales y fomentará acciones de educación sanitaria para el correcto uso de las mismas.

**ARTICULO 94: Normas sanitarias.** El Ministerio de Salud con otras instituciones del sector dentro de su ámbito de competencia, establecerán las normas sanitarias que regulan la construcción de obras para la eliminación y disposición de excretas y aguas residuales y establecerá de manera conjunta con las municipalidades, la autorización, supervisión y control de dichas obras.

**ARTICULO 95: Disposición de excretas.** Queda prohibida la disposición sanitaria de excretas en lugares públicos, terrenos comunales y baldíos. La contravención a esta disposición será sancionada por la autoridad

municipal respectiva. de conformidad con el Código Municipal. los reglamentos municipales y el presente Código.

**ARTICULO 96: Construcción de Obras de tratamiento.** Es responsabilidad de las Municipalidades o de los usuarios de las cuencas o subcuencas afectadas, la construcción de obras para el tratamiento de las aguas negras y servidas para evitar la contaminación de otras fuentes de aguas, ríos, lagos, nacimientos de agua. El Ministerio de Salud deberá brindar asistencia técnica en aspectos vinculados a la construcción, funcionamiento y mantenimiento de las mismas.

**ARTICULO 97: Descarga de aguas residuales.** Queda prohibida la descarga de contaminantes de origen industrial, agroindustrial y el uso de aguas residuales que no hayan sido tratadas sin previo dictamen favorable del Ministerio de Salud. La Comisión Nacional del Medio Ambiente -CONAMA- y la autorización del Consejo Municipal de la jurisdicción o jurisdicciones municipales afectarlas. Dicho dictamen debe ser emitido en el plazo que no exceda a lo que establezca el reglamento respectivo, se prohíbe, asimismo, la descarga de aguas residuales no tratadas en ríos, lagos, riachuelos y lagunas o cuerpos de agua ya sean estos superficiales o subterráneos.

**ARTICULO 98: Autorización de licencias.** Para extender las licencias de construcción en general, o la construcción o reparación y/o modificación de obras públicas o privadas destinadas a la eliminación o disposición de excretas o aguas residuales, las municipalidades deberán previamente obtener el dictamen favorable del Ministerio de Salud, el que deberá ser emitido dentro de los plazos que queden indicados en la reglamentación específica; de no producirse el mismo se considerará favorable y la Municipalidad emitirá la autorización respectiva sin perjuicio de que la responsabilidad ulterior a que

se haga acreedor la unidad del Ministerio de Salud que no elaboró el dictamen en el plazo estipulado.

**ARTICULO 99: Conexión.** En las poblaciones donde exista alcantarillado sanitario los propietarios de inmuebles están obligados a conectar sus instalaciones sanitarias al mismo salvo en los casos de excepción determinados por el reglamento correspondiente. En las poblaciones donde no hubiere alcantarillado sanitario se permitirá el uso de sistemas privados de disposición de excretas siempre que se cumpla con las normas establecidas por el Ministerio de Salud, a fin de no comprometer los mantos friáticos, ni contaminar los cuerpos de agua.

**ARTICULO 100: Sistemas privados.** La construcción de sistemas privados de disposición de excretas deberán ser diseñados y construidos acatando las disposiciones que sobre la materia establezca el Ministerio de Salud, a fin de no comprometer los mantos friáticos, ni contaminar los cuerpos de agua.

**ARTICULO 101: Autorizaciones.** El aprovechamiento de aguas termales y la construcción, instalación y funcionamiento de piscinas y baños públicos requerirá del dictamen técnico favorable del Ministerio de Salud previo a la aprobación de las Municipalidades el cual deberá ser emitido dentro los plazos que estipule la reglamentación específica. De no producirse se considerara favorable, sin perjuicio que la responsabilidad ulterior a que se haga acreedora la unidad del Ministerio que no emitió el dictamen en el plazo respectivo. Queda asimismo, sujetas dichas obras a los controles sanitarios correspondientes, conforme lo dispuesto en el reglamento respectivo.

## **SECCION IV**

### **DESECHOS SOLIDOS**

**ARTICULO 102: responsabilidad de las municipalidades.** Corresponde a las Municipalidades la prestación de los servicios; de limpieza o recolección, tratamiento y disposición de los desechos sólidos de acuerdo con las leyes específicas y en cumplimiento de las normas sanitarias aplicables. Las municipalidades podrían utilizar lugares para la disposición de desechos sólidos o construcción de los respectivos rellenos sanitarios, previo dictamen del Ministerio de Salud y la Comisión Nacional del Medio Ambiente, el que deberá ser elaborado dentro del plazo improrrogable de dos meses de solicitado. De no producirse el mismo será considerado emitido favorablemente, sin perjuicio de la responsabilidad posterior que se produjera, la que recaerá en el funcionario o empleado que no emitió el dictamen en del plazo estipulado.

**ARTICULO 103: Disposición de los desechos sólidos.** Se prohíbe arrojar o acumular desechos sólidos de cualquier tipo en lugares no autorizados, alrededor de zonas habitadas y en lugares que puedan producir daños a la salud a la población, al ornato o al paisaje, utilizar medios inadecuados para su transporte y almacenamiento o proceder a su utilización, tratamiento y disposición final, sin la autorización municipal correspondiente, la que deberá tener en cuenta el cumplimiento de las medidas sanitarias establecidas para evitar la contaminación del ambiente, específicamente de los derivados de la contaminación de los afluentes provenientes de los botaderos de basura legales o clandestinos

**ARTICULO 104: Lugares inadecuados.** Si el Ministerio de Salud comprobara que existen lugares en donde se estén depositando desechos sólidos sin llenar los requisitos de la presente ley, deberán ser transportados a otros lugares que cumplan con los requisitos sanitarios, con base a un programa que de común acuerdo establezcan las municipalidades respectivas y el Ministerio de Salud.

**ARTICULO 105: Sitios y espacios abiertos.** Los propietarios o poseedores de predios, sitios o espacios abiertos en sectores urbanos y rurales, deberán cercarlos y mantenerlos libres de desechos sólidos, malezas y aguas estancadas. Las autoridades municipales, en coordinación con las sanitarias, son responsables de hacer cumplir esta disposición.

**ARTICULO 106: Desechos hospitalarios.** Los hospitales públicos y privados que por su naturaleza emplean o desechan materiales orgánicos o sustancias tóxicas, radiactivas o capaces de diseminar elementos patógenos y los desechos que se producen en las actividades normales del establecimiento, solo podrán almacenar y eliminar esos desechos en los lugares y en la forma que lo estipulen las normas que sean elaboradas por el Ministerio de Salud. Los hospitales quedan obligados a instalar incineradores para el manejo y disposición final de los desechos, cuyas especificaciones y normas quedarán establecidas en el reglamento respectivo

**ARTICULO 107: Desechos sólidos de la industria y comercio.** Para el almacenamiento, transporte, reciclaje y disposición de residuos y desechos sólidos, así como de residuos industriales peligrosos, las empresas Industriales o comerciales deberán contar con sistemas adecuados según la naturaleza de sus operaciones, especialmente cuando la peligrosidad y volumen de los desechos no permitan la utilización del servicio ordinario para



la disposición de los desechos generales. El Ministerio de Salud y la Municipalidad correspondiente dictaminarán sobre la base del reglamento específico sobre esta materia.

**ARTICULO 108: Desechos sólidos de las empresas agropecuarias.** Los desechos sólidos provenientes de actividades agrícolas y pecuarias deberán ser recolectados, transportados, depositados y eliminados de acuerdo con las normas y reglamentos que se establezcan a fin de no crear focos de contaminación ambiental, siempre y cuando no fuera posible su reprocesamiento y/o reciclaje para uso en otras actividades debidamente autorizadas.