

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DEL EFLUENTE
ORGÁNICO PRODUCTO DE UNA GRANJA PORCÍCOLA UBICADA
EN EL RECINTO EL PLACER EN SANTO DOMINGO DE LOS
TSÁCHILAS**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTORES:

NICOLAS ANDRES OLMEDO VINUEZA

nicolas.olmedo@epn.edu.ec

KEVIN JOEL YANEZ DIAZ

kevin.yanez@epn.edu.ec

DIRECTOR: MSc. CESAR ALFONSO NARVAEZ RIVERA

cesar.narvaez@epn.edu.ec

Quito, julio 2022

DECLARACIÓN

Nosotros Nicolás Andrés Olmedo Vinueza y Kevin Joel Yáñez Díaz, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que se ha consultado las referencias bibliográficas que se incluídas en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Nicolás Andrés Olmedo Vinueza

Kevin Joel Yáñez Díaz

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el Sr. Nicolás Andrés Olmedo Vinuesa y el Sr. Kevin Joel Yáñez Díaz, bajo mi supervisión



DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la fortaleza de trabajar con constancia y dedicación.

A mis padres por ser el apoyo incondicional que siempre necesité, por confiar en mi tanto como yo en ellos y por ser mi fuerza e inspiración en las noches pesadas de estudio.

A mi tutor de tesis Ing. César Narváez que bajo su tutela encaminó, sugirió y permitió el desarrollo de un trabajo de titulación como el presente con la debida calidad y relevancia que caracteriza a un estudiante politécnico.

A los docentes de la Facultad de Ingeniería Ambiental por su ardua labor en impartir conocimientos y desarrollar proyectos de manera efectiva y presentando la realidad del país.

A mis amigos, colegas politécnicos con los cuales compartí los años más importantes de mi vida. A mi amigo Paúl por invitarnos a estudiar y hacer más amena la soledad con la que se enfrenta un foráneo. A mi amiga Stefy que siempre se preocupaba por nuestro bienestar. A Mishu por ser parte esencial de mis cursos de estudio. A mis mejores amigos Isaac y Barry por tantos momentos de apoyo y diversión en mis últimos años de la carrera y finalmente a mi mejor amiga Meli por ser un apoyo incondicional en varias etapas importantes de mi vida.

Gracias a todos

Nicolás Andrés Olmedo Vinuesa

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres por darme la motivación y los recursos necesarios para cumplir mis metas. A su vez, a mis hermanas y mi familia, que con su indispensable apoyo aportan a alcanzar mis metas y me impulsan a ser una mejor persona día a día.

Al MSc. Cesar Narváez, gracias por su dirección, apoyo y brindar sus conocimientos para el desarrollo de este proyecto.

Así como también a mis docentes de la Escuela Politécnica Nacional, por compartirme sus conocimientos y colaborar en la realización del presente trabajo y aportar en mi formación como profesional.

A mis amigos, Belén, Alex, Daniel, Daniela, Mila, Erika y Joss, que durante todos estos años hemos compartido momentos espectaculares, han sido ejemplo de compromiso y perseverancia. A Leslye, por ser parte durante mi proceso de formación tanto académica como personal, darme ánimos de seguir adelante y no desistir de las metas que debo cumplir.

Kevin Joel Yáñez Díaz

DEDICATORIA

Dedicado a mi mamita Gladys que siempre me cuida desde el cielo
A mis Padres Mariana y Napoleón por trabajar tan duro por sus hijos
A mi Patria Ecuador por un mejor porvenir
Todo este esfuerzo fue para ustedes.

Nicolás Andrés Olmedo Vinueza

DEDICATORIA

Este trabajo, se lo dedico a mis padres Luisa y Santiago a quienes admiro, quiero mucho, por su apoyo y bendición fueron pilar fundamental para llegar hasta este punto; a mis hermanas y a mis amigos, que han sido de apoyo incondicional durante todo mi proceso universitario. A estas personas que son fuente de motivación e inspiración para superarme cada día.

Kevin Joel Yáñez Díaz

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN	I
CERTIFICACIÓN	II
AGRADECIMIENTOS	III
AGRADECIMIENTOS	IV
DEDICATORIA	V
DEDICATORIA	VI
ÍNDICE DE CONTENIDOS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE ANEXOS	XII
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.2. OBJETIVOS	2
1.2.1. OBJETIVO GENERAL	2
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
1.3. ALCANCE	3
1.4. JUSTIFICACIÓN	3
CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. LA PORCICULTURA	7
2.1.1. PORCICULTURA EN ECUADOR	7
2.1.2. GANADO PORCINO	8
2.1.3. BUENAS PRÁCTICAS PORCÍCOLAS (BPP'S)	10
2.2. IMPACTOS AMBIENTALES DE LA PRODUCCIÓN PORCINA.....	13
2.2.1. CONTAMINACIÓN DEL SUELO	13
2.2.2. CONTAMINACIÓN DEL AGUA.....	14

2.2.3. CONTAMINACIÓN DEL AIRE.....	14
2.2.4. MANEJO DE EXCRETAS DEL GANADO PORCINO	14
2.2.5. TRATAMIENTO DE EXCRETAS PORCINAS	15
2.3. BIODIGESTORES.....	16
2.3.1. DIGESTIÓN ANAEROBIA.....	16
2.3.2. BIOGÁS	18
2.3.3. BIOL.....	18
2.3.4. TIPOS DE BIODIGESTORES ANAEROBIOS.....	19
2.4. BIODIGESTOR TIPO TAIWAN.....	20
2.4.1. COMPONENTES DEL BIODIGESTOR TIPO TAIWAN.....	21
2.4.2. VARIABLES PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGAS.....	23
2.5. MARCO LEGAL APLICABLE	24
2.5.1. CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR	24
2.5.2. CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE	25
2.5.3. REGULARIZACIÓN AMBIENTAL	29
2.5.4. RESOLUCIONES DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA, ACUACULTURA Y PESCA PARA LA ACTIVIDAD PORCÍCOLA.....	30
CAPÍTULO 3 METODOLOGÍA.....	31
3.1 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	31
3.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA GRANJA.....	31
3.1.2 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD PRODUCTIVA	32
3.1.3 MANEJO DE RESIDUOS.....	33
3.1.4 LÍNEA BASE DEL PROYECTO	34
3.1.5 UBICACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DEL ÁREA PARA EL EMPLAZAMIENTO DEL BIODIGESTOR	39
3.2 PARÁMETROS DE DISEÑO PARA EL BIODIGESTOR.....	39
3.2.1. DISPONIBILIDAD DE MATERIA ORGÁNICA	39
3.2.3. CARGA DEL BIODIGESTOR.....	41
3.2.4. TIEMPO DE RETENCIÓN HIDRÁULICA	42

3.2.5. VOLUMEN DEL BIODIGESTOR.....	42
3.2.6. TAMAÑO DEL BIODIGESTOR	44
3.2.7. TAMAÑO DE LA ZANJA	45
3.2.8. TAMAÑO DE LAS CÁMARAS DE ENTRADA Y SALIDA.....	46
3.2.9. MATERIALES A EMPLEARSE	46
CAPÍTULO 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
4.1. INFORMACIÓN PRELIMINAR	48
4.1.1. GENERALIDADES DE LA GRANJA Y SU ENTORNO	48
4.1.2. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS	49
4.1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	50
4.1.4. SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	50
4.2. ESTRATEGIA DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES.....	50
4.3. RESULTADO DEL DISEÑO DEL BIODIGESTOR TIPO TAIWÁN.....	52
4.4 CAPACITACIÓN AL PERSONAL DE LA GRANJA.....	59
4.5 FICHA AMBIENTAL.....	63
4.5.1. REGISTRO DE LA ACTIVIDAD DE LA GRANJA ANTE EL SUIA.....	63
4.5.2. FICHA AMBIENTAL	67
CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	68
5.1. CONCLUSIONES.....	68
5.2. RECOMENDACIONES.....	70
ANEXOS	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema digestivo del cerdo.....	9
Figura 2. Producción diaria de excretas	10
Figura 3. Desinfectante y sus características usadas para limpieza de instalaciones	12
Figura 4. Tipos de tratamiento de excretas porcinas	16
Figura 5. Proceso de digestión anaerobia	17
Figura 6. Diseño biodigestor tipo Taiwán	21
Figura 7. Componentes biodigestor tipo Taiwán	22
Figura 8. Chancheras destinadas para la crianza de los cerdos 1	32
Figura 9. Chancheras destinadas para la crianza de los cerdos 2	33
Figura 10. Almacenamiento temporal de excretas	34
Figura 11. Establecimiento del área de influencia directa	35
Figura 12. Establecimiento del área de influencia indirecta.....	36
Figura 13. Uso de suelo del cantón Santo Domingo	38
Figura 14. Dimensiones de la zanja para el biodigestor	45
Figura 15. Dimensiones de la zanja	45
Figura 16. Biodigestor tipo Taiwán en 2D, vista frontal	52
Figura 17. Biodigestor tipo Taiwán en 2D, vista superior	53
Figura 18. Biodigestor tipo Taiwán en 2D, vista del perfil izquierdo	53
Figura 19. Biodigestor tipo Taiwán en 3D, vista perfil izquierdo	54
Figura 20. Biodigestor tipo Taiwán en 3D, vista acercamiento perfil izquierdo	54
Figura 21. Tuberías de conducción del biogás	56
Figura 22. Capacitación personal de la granja 1	62
Figura 23. Capacitación personal de la granja 2	62
Figura 24. Capacitación personal de la granja 3	62
Figura 25. Reporte de la información ingresada en el Sistema Único de Información Ambiental (SUIA) de la finca Haro	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Producción nacional porcina, año 2016	7
Tabla 2. Zoología ganado porcino	8
Tabla 3. Pesos de ganado porcino por edades	9
Tabla 4. Consumo de alimento de cerdos de engorde por día	11
Tabla 5. Composición de biogás	18
Tabla 6. Composición biol	18
Tabla 7. Componentes biodigestor tipo Taiwán	22
Tabla 8. Regularización ambiental	29
Tabla 9. Temperatura anual	36
Tabla 10. Precipitación anual	37
Tabla 11. Humedad relativa multianual	37
Tabla 12. Velocidad relativa anual	37
Tabla 13. Producción de estiércol fresco diario	40
Tabla 14. Producción diaria de estiércol	41
Tabla 15. Producción de biogás	43
Tabla 16. Materiales necesarios para la construcción del biodigestor	46
Tabla 17. Herramientas para la construcción del biodigestor	47
Tabla 18. Resumen del diseño del biodigestor	55
Tabla 19. Calidad del purín afluente y efluente del biodigestor	57
Tabla 20. Costos de materiales	58
Tabla 21. Resumen del proyecto	63
Tabla 22. Verificación de cumplimiento de la normativa ambiental vigente	65

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Planos arquitectónicos del diseño del Biodigestor tipo Taiwán	80
ANEXO 2. Tríptico para la capacitación	83
ANEXO 3. Ficha Ambiental	86

RESUMEN

El presente proyecto de titulación tiene como objetivo diseñar una propuesta de gestión del efluente orgánico (purín), para mitigar y remediar el impacto ambiental generado en la actividad agroproductiva de la granja porcícola Daniel Haro, ubicada en Santo Domingo de los Tsáchilas.

Para la elaboración del trabajo se inició con el levantamiento de información de línea de la granja y su entorno, y se identificó los impactos ambientales producidos por la granja. Con el levantamiento de información de la granja, seguidamente se elaboró la ficha ambiental que contiene el Plan de Manejo Ambiental (PMA), así la actividad de la granja pudo ser ingresada al SUIA para la obtención del registro ambiental y cumplimiento con la normativa ambiental. El PMA elaborado fue socializado con los trabajadores y dueños del emprendimiento.

Una vez establecido el número de cerdos de la granja se calculó la producción de estiércol fresco diario, tomando cuenta que en la granja existen 60 cerdos se produce diariamente 173,208 kg/día de purines y excreta. A partir de este resultado se dimensionó un biodigestor tipo Taiwán el cual tendrá un volumen de 28,86 m³, 7,6 m de largo y un diámetro de 2,2 m, con un costo de implementación del mismo de USD 400,35.

El presente proyecto también contiene información sobre buenas prácticas porcícolas y ambientales donde se detalla una serie de obligaciones y recomendaciones para el bienestar animal, el cuidado del ambiente y sobre el uso y aprovechamiento de los biocombustibles generados por el biodigestor tipo Taiwán.

ABSTRACT

The objective of this titling project is to design a proposal for the management of organic effluent (slurry) to mitigate and remedy the environmental impact generated in the agro-productive activity of the Daniel Haro pig farm located in Santo Domingo de los Tsachilas.

For the elaboration of the work, a survey of basic information of the farm and its environment was carried out, the environmental impacts produced by the farm were also identified. With the collection of information on the farm and the preparation of an environmental file which contains the Environmental Management Plan (PMA), the farm could be entered into the SUIA to obtain the environmental registry and comply with environmental regulations, the PMA prepared was socialized with the workers and owners of the farm.

Once the number of pigs on the farm was established, the production of daily fresh manure was calculated, taking into account that there are 60 pigs on the farm, 173,208 kg/day is produced daily, from this result a Taiwan-type biodigester was dimensioned, which will have a volume of 28,86 m³, 7,6 m long and a diameter of 2,2 m, the cost of implementing it will be USD 400,35.

This project also contains information on good swine and environmental practices detailing a series of obligations and recommendations for animal welfare, care for the environment and the use and exploitation of biofuels generated by the Taiwan-type biodigester.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

La porcicultura aporta el 30% del valor de producción pecuaria del Ecuador. La provincia de Santo Domingo, es una de las mayores productoras porcícolas, la misma que produce subproductos contaminantes como las excretas que al ser dispuestas sin control ocasionan perjuicios al ambiente (GADP Santo Domingo de los Tsáchilas, 2017). El incremento constante de las actividades pecuarias ha ocasionado además que empeore la salud de los trabajadores debido a la contaminación ocasionada por la gran cantidad de organismos patógenos existentes en las excretas de los cerdos (Calza et al., 2015).

En su mayoría, “los sistemas de tratamiento de efluentes de granjas porcinas de mediana escala tienen bajas eficiencias de eliminación de contaminantes” (Garzón & Buelna, 2014). Esto se debe a que, se vienen aplicando sistemas que no consideran la gran variabilidad en la “concentración de contaminantes en los efluentes de diferentes procesos productivos, tales como: maternidad, destete, engorde y mezcla” (Garzón & Buelna, 2014). Un aspecto relevante para considerar en este tipo de actividades agro-productivas es el consumo de agua debido a que, al ser un recurso indispensable para las operaciones de limpieza y desinfección de una granja muchas veces es desperdiciado (Castellanos, 2012).

La autoridad ambiental, Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), requiere de las granjas productoras, la obtención de un registro ambiental sobre la base de un plan de manejo ambiental. Dicho documento controla la disposición de las excretas de los cerdos además de brindar alternativas ecosustentables para el aprovechamiento de estas (RCOA, Art.428). La granja donde se desarrolló el presente proyecto de titulación, recibió un llamado de atención por parte del GAD provincial, al determinar que no contaba con los permisos ambientales correspondientes tales como el registro ambiental, y se solicitó al

dueño del establecimiento la elaboración de un plan emergente para realizar acciones inmediatas frente a la problemática identificada.

Una de las áreas de vital importancia para la operación de la granja es el área de tratamiento de desechos, cuyo objetivo es minimizar el efecto de la contaminación ambiental y evitar problemas legales. “Lo ideal es contar con un separador de sólidos, un área de secado de cerdaza, biodigestores, lagunas de oxidación y otros sistemas de tratamiento adecuados al sitio” (Castellanos, 2012). Estas estrategias se plantean de manera efectiva tras un estudio integral para determinar cuál es método más efectivo para el control de contaminantes buscando mantenerse además en un nivel de rédito económico alcanzable para el dueño del establecimiento (Brunori et al., 2012).

Los sistemas de post tratamiento o disposición final se centran en el aprovechamiento del abono obtenido, para cultivo interno o a su vez para comercio en el sector. Existen varias estrategias que pueden desarrollarse como alternativas en un sistema integrado de manejo y aprovechamiento de residuos orgánicos; brindando una gama de opciones que se adaptan a las características de terreno, condiciones climáticas, capital económico, y demás variables a considerar en el diseño óptimo de un sistema de tratamiento de residuos orgánicos en una granja porcina (Brunori et al., 2012).

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar una propuesta de gestión del efluente orgánico (purín) para mitigar y remediar el impacto ambiental generado en la actividad agro - productiva.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

De manera complementaria al objetivo general señalado, se definen los siguientes objetivos específicos:

- Levantar información preliminar de la situación inicial de la granja, que evidencie los aspectos e impactos ambientales significativos en el proceso productivo y el sistema de tratamiento de purines de la granja.
- Diseñar una estrategia de buenas prácticas ambientales enfocadas en el aprovechamiento del residuo orgánico generado proyectando un rédito económico para la granja a través de un análisis costo beneficio.
- Dimensionar un biodigestor de tipo Taiwán en función de la carga orgánica diaria generada en la actividad porcina.
- Capacitar al personal de la granja en el manejo del biodigestor y aprovechamiento adecuado del recurso hídrico utilizado en las actividades del proceso productivo.
- Elaborar una ficha ambiental que permita establecer acciones de mitigación acordes a la problemática identificada previamente con la finalidad de alcanzar el cumplimiento de la normativa ambiental correspondiente.

1.3. ALCANCE

El presente proyecto pretende diseñar una propuesta de gestión del efluente orgánico (purín) para la granja porcícola ubicada en el recinto “El Placer” en la provincia Santo Domingo de los Tsáchilas. El diseño de propuesta de gestión podría ser aplicada a otras granjas porcícolas dentro de la provincia que cumplan con las mismas condiciones, es decir, granjas que tengan el mismo número de cabezas de ganado porcino.

1.4. JUSTIFICACIÓN

La crianza de cerdos es una actividad productiva que genera rédito económico y puestos de trabajo. Además, sirve para abastecer de alimentos y proteínas a varias familias, garantizando de tal manera la seguridad alimentaria de la población. En el censo agropecuario realizado en el año 2016 se evidenció que el consumo de carne porcina per cápita fue de 10 kg/año/persona (ASPE, 2016).

Para el año 2017, según el censo agropecuario se registra aproximadamente de 1'115473 cabezas de ganado porcino, estos se distribuyen en 1737 granjas con 20 o más animales porcinos (Romeu, 2018). El 95% de la población porcina producida se encuentra ubicada en las regiones Sierra y Costa del Ecuador (ASPE, 2010); siendo Santo Domingo de los Tsáchilas una de las principales provincias productoras de cerdos en el país alcanzando un total de 211.215 unidades porcinas en el año 2017 (ESPAC, 2017).

La gran cantidad de excretas que estos cerdos producen y su alta densidad constituyen el principal desafío a combatir. “Por cada 70 kg de peso vivo en granja, se producen entre 4 y 5 kg de excretas” (BMeditores, 2020). Mientras que, otro autor señala que “el promedio de producción de excretas en engorde, puede ser un décimo del peso vivo por día, lo que representa 4,73 L de orina y 1,36 kg de heces por día desde el destete hasta el peso previo al sacrificio” (Bravo, 2017).

Los contaminantes principales de las excretas porcinas se dividen en factores: “*físicos*: materia orgánica y sólidos en suspensión; *químicos*: nitrógeno, fósforo y potasio excretados y el olor el cual es ocasionado por una gran cantidad de compuestos orgánicos volátiles” (Apolo, 2019). De esta manera se ve reflejado que “la contaminación generada por una granja porcina afecta al microambiente de la granja en cuestión y al medio ambiente en general” (Ninabanda, 2012).

Las consecuencias ambientales de cualquier sistema de producción porcícola dependen del manejo de los residuos, de la actividad pecuaria y de los planes implementados en sus ciclos productivos. El sistema de gestión aplicado debe orientarse y enfocarse al principal desafío ambiental presente al plantel y a su respectivo nivel de riesgo. Consecuentemente, en producción porcina, la asesoría ambiental se orienta fundamentalmente a la gestión de las excretas y otros residuos de la actividad, “ya que representan un alto riesgo de contaminación del suelo y mantos freáticos principalmente debido a los altos niveles químicos orgánicos como el nitrógeno y el fósforo” (Apolo, 2019). Los sistemas de tratamiento de excretas se especializan en la separación del afluente en residuos sólidos orgánicos, mismos

que pueden ser aprovechados mediante sistemas de compostaje en cultivos, y el afluente líquido que debe ser neutralizado en caso de que se busque aprovechar a través de agua para riego (Brunori et al., 2012).

Los biodigestores tipo Taiwán son usados generalmente para el tratamiento de aguas residuales con volúmenes de 2,2 a 13,5 m³, cuentan además con sistemas para el control y gestión de biogás (Bochatay, 2020). “Poseen con una cámara alargada de biodigestión y su perfil puede variar entre distintos tipos como: “cuadrado, rectangular o en “V”, según las características del terreno” (Bochatay, 2020). “En este biodigestor los residuos se degradan a medida que circulan a lo largo del mismo, esta característica lo vuelve ventajoso para el procesamiento de residuos que requieren un tratamiento amplio” (Bochatay, 2020); como desechos humanos y animales además de materiales vegetales fibrosos con un tiempo de retención de entre 25 a 50 días (Bochatay, 2020).

Para este proyecto, se analiza la implementación de un biodigestor tipo Taiwán con revestimiento de geomembrana PVC, debido a su fácil instalación y manejo, eficiencia en el tratamiento del residuo orgánico separándolo en biol (utilizado para la fertilización de los campos aledaños) y biogás que puede aprovecharse en la propia cocina del lugar, además de la durabilidad del sistema que supera los 10 años y soluciona la problemática planteada inicialmente (Forget, 2011).

La exigencia de perfeccionar el nivel de rendimiento de la granja porcina e investigar sobre la productividad en la puesta en marcha de estrategias de aprovechamiento óptimo de los recursos, permiten optimizar la energía y utilizar materia orgánica considerada como desecho o abono (Bravo, 2017). Así, el presente trabajo no solamente permitirá reducir las consecuencias ambientalmente nefastas de producciones carentes de planes de gestión de residuos, sino que aumentará el desarrollo económico y sostenible de las granjas involucradas, satisfaciendo la creciente demanda y exigencia del consumidor (Bowen & Figueroa, 2018). Se debe considerar que, esta actividad está representada esencialmente por producciones de traspatio y pequeños productores, generando considerables

aumentos en la economía familiar. Por lo tanto, implementar estrategias que permitan a la granja ser sustentable en la reducción de desechos y manejo adecuado del recurso agua (Bowen & Figueroa, 2018).

Finalmente, es necesario realizar las capacitaciones constantes que informen acerca de las distintas alternativas de los sistemas de gestión que existen para el tratamiento de efluentes orgánicos, puesto que, la mayoría de los productores desconocen las exigencias de la normativa existente. En la provincia de Santo Domingo el GAD provincial lleva a cabo estas capacitaciones de manera periódica, sin embargo, es fundamental un mayor alcance de la información (GADP Santo Domingo de los Tsáchilas 2017).

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1. LA PORCICULTURA

2.1.1. PORCICULTURA EN ECUADOR

El cerdo es un animal de gran importancia a nivel mundial por su apetitosa carne, por su rápido crecimiento y su facilidad de reproducción. Se cree que fue domesticado hace 6000 años y que llegaron a América tras la conquista. En el Ecuador existen varias razas de cerdos, razas puras que son importadas y los criollos que son los más comunes (Bologay, 2019; Muñoz, et al., 2020).

En el país la producción de cerdos para comercialización inició con una crianza no tecnificada a pequeña escala y en patios traseros de casas o terrenos adecuados. Con el paso del tiempo la tecnología permitió a varios productores optar por una labor tecnificada, es decir que se han implementados técnicas que permite tener un mejor manejo sanitario, producción, alimentación y reproducción permitiendo así tener animales de mejor calidad, (Bologay, 2019; Muñoz, et al., 2020). La producción de ganado porcino es una fuente de empleo, ya que, todas sus partes son aprovechables, según AGROCALIDAD se identificaron 1734 granjas porcícolas entre pequeñas, medianas y grandes en el 2010, también dio a conocer que el consumo per cápita para el 2010 fue de 7 kg/persona/año, mientras que para el 2016 fue de 10 kg/persona/año (ASPE, 2018).

Según la Asociación de Porcicultura del Ecuador (ASPE), del último censo realizado al sector porcícola en el 2016 se tuvo los siguientes datos de producción:

Tabla 1.

Producción nacional porcina año 2016

TIPO DE PRODUCCIÓN	CANTIDAD (Tm/año)
Tecnificada y semitecnificada	84000 Tm/año
Traspatio o familiar	56000 Tm/año
Total:	140000 Tm/año

Fuente: (ASPE, 2018)

La producción porcícola es un área a la cual la AGROCALIDAD y los municipios deben prestarle más atención y apoyo. Según la ASPE (2018) en el país se encuentran registradas el 12% de las granjas porcícolas y solo el 7% cuenta con permisos municipales. La producción de traspatio o familiar es una alternativa de emprendimiento para muchas familias ecuatorianas, pero al no contar con permisos y en muchos casos tener una producción inadecuada con falta de salubridad da como consecuencia carne de baja calidad causando daño al consumidor final y al ambiente.

2.1.2. GANADO PORCINO

El cerdo es un animal mamífero, perteneciente a la familia *Suidae*. En la tabla 2 se presenta su clasificación completa:

Tabla 2.

Zoología ganado porcino

REINO	ANIMAL
Phylum	Cordados
Clase	Mamíferos
Subclase	Theria
Orden	Artiodactyla
Familia	Suidae
Subfamilia	Suinos
Género	Sus
Especie	Scrofa
Nombre Científico	Sus scrofa domesticus

Fuente: (Bologay, 2019)

Los cerdos son animales de rápido desarrollo, al nacer dependen de sus madres durante 1,5 mes de vida, luego llegan a la pubertad entre los 6 y 7 meses de edad y es el momento en el que empiezan a reproducirse. Las hembras son inseminadas en los criaderos de lechones, en criaderos cuyo su objetivo es la producción de carne. Cuando los cerdos tienen 6 o 7 meses son vendidos, y se debe mencionar que un cerdo bien cuidado puede vivir de 15 a 20 años (Bologay, 2019).

Para un buen desarrollo el cerdo debe recibir una alimentación adecuada, su alimento debe tener un correcto balance de nutrientes, proteínas, vitaminas y minerales además de la cantidad de agua suficiente para que puedan realizar sus

procesos metabólicos, de crecimiento, reproducción y lactancia eficientemente (Bologay, 2019). Dependiendo de la raza, edad y sexo los cerdos pueden llegar a pesar 200 kg o más. En la tabla 3 se puede observar pesos aproximados por edades:

Tabla 3.

Pesos de ganado porcino por edades

EDAD		PESO (kg)
Semanas	Días	
10	70	30,03
15	104	56,68
20	139	66,65
21	146	95,78
22	153	103,15
23	160	110,77
24	167	118,63
25	174	126,63

Fuente: (Bahamonde, 2012)

El cerdo, animal omnívoro, tiene un sistema digestivo apropiado para digerir raciones completas de alimento. Su tracto digestivo está unido por un tubo musculomembranoso que va desde el esófago, pasa por el estómago, intestino grueso y delgado, ciego hasta llegar al ano (Figura 1) (DeRouchey, 2014).

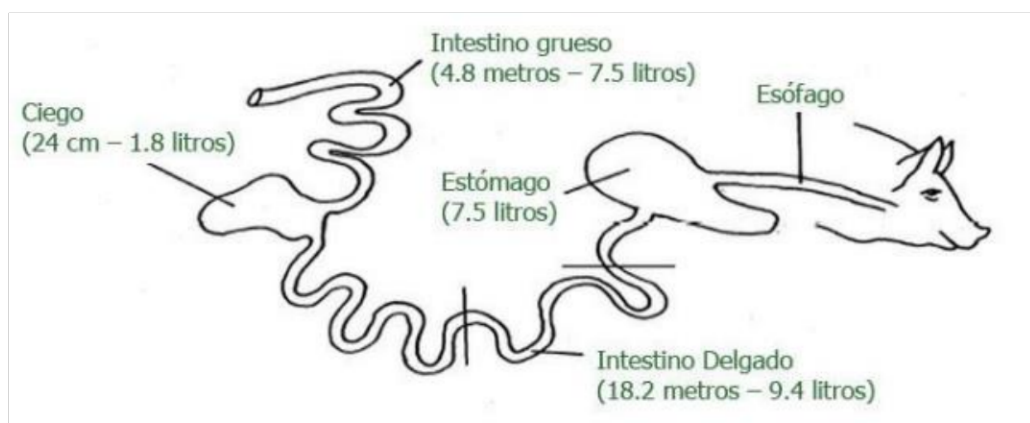


Figura 1. Sistema digestivo del cerdo

Fuente: (DeRouchey, 2014)

En varios estudios se señala que, la producción promedio de excretas (orina y heces) de un cerdo al día equivale al 7% del peso vivo del animal. Las excretas de los cerdos son una combinación de heces sólidas 60% y orina 40% (SENASICA,

2004; Maisonnave et al., 2016). En la Figura 2 presenta la producción diaria de excretas de cerdos y su composición en diferentes etapas de crecimiento y que han sido alimentados con una dieta seca en base a maíz.

COMPONENTE	UNIDADES	RECRÍA	ENGORDE	ENGORDE	ENGORDE	CACHORRAS REPOSICIÓN	PADRILLOS	CERDA GESTACIÓN	CERDA MATERNIDAD + LECHONES
			1	2	3				
			23-57KGS.	57-80KGS.	80-114KGS.				
CANTIDAD									
Peso	kg/día	1,68	2,73	3,64	4,27	3,73	3,73	3,73	11,82
Volumen	m ³ /día	0,0016	0,0027	0,0037	0,0042	0,0037	0,0037	0,0037	0,0116
Sólidos totales	kg/día	0,17	0,27	0,36	0,43	0,37	0,35	0,34	1,18
MATERIA ORGÁNICA									
Sólidos volátiles	kg/día	0,14	0,25	0,33	0,39	0,33	0,31	0,30	1,05
DGO	kg/día	0,15	0,27	0,37	0,44	0,35	0,25	0,33	1,14
C:N		8	7	7	7	7	6	6	7
NUTRIENTES									
N	kg/día	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,08
P	kg/día	0,004	0,007	0,009	0,011	0,009	0,009	0,009	0,029
K	kg/día	0,005	0,010	0,013	0,015	0,015	0,018	0,017	0,055

Figura 2. Producción diaria de excretas
Fuente: (Maisonnave et al., 2016)

2.1.3. BUENAS PRÁCTICAS PORCÍCOLAS (BPP'S)

Para tener una producción de calidad y garantizar el bienestar animal se debe tener en cuenta varios aspectos para el cuidado de los cerdos. Incluso las granjas porcícolas para agregar valor a su producto pueden acreditarse con las BBP's ante AGROCALIDAD luego de haber cumplido todos los requerimientos necesarios.

2.1.3.1. Alimentación y agua

La alimentación a los cerdos se la debe proporcionar de acuerdo con su raza y edad en cantidades adecuadas. Los cerdos que están desarrollo y los de engorde pueden recibir tres tipos de alimentos, balanceados, residuos agrícolas y desperdicios (residuos orgánicos de cocina). Los alimentos deben ser almacenados en un lugar específico y separado del área de eliminación de residuos (Campabadal, 2009). En la porcicultura la alimentación que se proporciona a los

cerdos, es uno de los determinantes de la rentabilidad del negocio, ya que, “se estima que el 70% de los costos de producción corresponden a la alimentación” (Brunori et al., 2012). En la tabla 4 se observa el consumo promedio de alimento por día.

Tabla 4.

Consumo de alimento de cerdos de engorde por día

PESO DEL CERDO (kg)	CANTIDAD (kg/día)
30 a 40	1,8
40 a 50	2,2
Promedio	2
50 a 60	2,6
60 a 70	2,8
70 a 80	3,10
80 a 90	3,5
Promedio	3

Fuente: (Campabadal, 2009)

Dentro de la alimentación de los animales hay que considerar también la disponibilidad de agua. El agua constituye del 70 al 80% del peso corporal del animal y es importante también porque interviene en todas sus funciones metabólicas (Brunori et al., 2012). El agua suministrada a los cerdos debe contar con el correcto cumplimiento de los parámetros estipulados por las autoridades sanitarias. En lo posible debe ser sometida a análisis de laboratorio, distribuida en recipientes limpios y la fuente debe estar alejada del área de eliminación de desechos (SENASICA, 2004).

2.1.3.2. Salud y bienestar animal

Los propietarios de las granjas porcícolas son los responsables del estado de los animales. Los animales enfermos no se desarrollan de manera correcta provocando la disminución de peso, por ende, pérdidas económicas. En la crianza de cerdos se debe priorizar el cuidado de su salud, ya que, existen enfermedades que pueden ser propagadas a los seres humanos de forma directa por contacto o de forma indirecta mediante el consumo de los productos y subproductos obtenidos de los cerdos (SENASICA, 2004).

En las granjas se debe monitorear a los cerdos con el fin de controlar su estado de salud, también es indispensable contar la ayuda de un veterinario, quien realizará un plan de vacunación y desparasitación. En Ecuador los propietarios de las granjas porcícolas deben participar en los programas nacionales de control de enfermedades realizados por AGROCALIDAD (Bologay, 2019).

2.1.3.3. Sanidad e instalaciones

La sanidad dentro de la porcicultura es indispensable para garantizar óptimas condiciones de crianza y bienestar animal. Los criaderos bajo buenas prácticas de sanidad evitaran la propagación de enfermedades, virus y bacterias que puedan afectar a los cerdos y provocar pérdidas de animales y económicas (SENASICA, 2004). Para evitar riesgo de agentes patógenos las instalaciones deben ser limpiadas y desinfectadas; un buen procedimiento de lavado y desinfección puede eliminar más del 95% de la contaminación de las diferentes áreas, equipos y utensilios utilizados. La Figura 3 indica los desinfectantes que pueden ser usados y sus características (Bologay, 2019; Brunori et al., 2012).

Desinfectante	Bacterias	Virus	Hongos	Esporas	Micobacterias	Riesgo para la salud humana
Alcohol	destrucción	destrucción	destrucción	inhibición	inhibición	Inflamable, aroma muy fuerte
Formaldehído	destrucción	destrucción	destrucción	destrucción	destrucción	Irritante, explosivo, carcinógeno, alérgeno
Glutaraldehído	destrucción	destrucción	destrucción	destrucción	destrucción	Alergeno
Halógenos; clorados, iodados	destrucción	destrucción	destrucción	destrucción	destrucción en alcohol	Irritante, reactivo con otros químicos
Fenoles	destrucción	destrucción	destrucción	inhibición	destrucción	Tóxico, se absorbe por piel bioacumulativo
Amonios cuaternarios	destrucción	destrucción		inhibición	inhibición	
Peróxidos	destrucción	destrucción	destrucción	destrucción	destrucción	Explosivos, irritantes
Ácidos	destrucción	destrucción	destrucción			Corrosivos

Figura 3. Desinfectante y sus características usadas para limpieza de instalaciones

Fuente: (Brunori et al., 2012)

Las instalaciones deben ser diseñadas de acuerdo al sistema bajo el cual va a operar la granja, sea un sistema al aire libre o confinado. Lo importante es que cualquiera de los dos sistemas debe tener el entorno propicio para la crianza de animales (Brunori et al., 2012). Las instalaciones deben estar limpias, separadas por áreas, correctamente identificadas, alumbradas, ventiladas y deben tener el espacio suficiente para los animales (Bologay, 2019).

2.2. IMPACTOS AMBIENTALES DE LA PRODUCCIÓN PORCINA

En el ámbito planetario, la carne porcina es la más producida. Según la FAO (2011) se estima que en el 2020 se generaron alrededor de 109,2 millones de toneladas. La producción porcina puede causar impactos negativos tanto físicos, ecológicos y químicos. Dentro de los impactos negativos está el visual, las malas instalaciones dentro de una granja que pueden alterar el paisaje rural, también el ruido es uno de los aspectos negativos. Dentro de los impactos ecológicos está la atracción de roedores y moscas, el mal manejo de animales muertos puede generar enfermedades a otros animales (Maisonnave et al., 2016). Los impactos químicos negativos recaen sobre el mal manejo de las excretas, la producción intensiva y el aumento de la producción de excretas y un mal manejo pueden provocar degradación de los recursos agua, suelo y aire, genera malos olores y puede dar lugar al apareamiento de plagas (SENASICA, 2004; Maisonnave et al., 2016).

2.2.1. CONTAMINACIÓN DEL SUELO

La contaminación del suelo se da por la aglomeración de estiércol en las instalaciones de la granja o por el mal uso de las excretas como fertilizante, el suelo se ve afectado por la presencia de N, P, metales pesados y patógenos como *Salmonella sp* y *Escherichia coli*. Las excretas de los cerdos contienen $N-NH_4^+$ el cual al incorporarse al suelo se transforma en NO_3^- el cual es soluble y puede ser lixiviado hasta acuíferos y cuerpos de agua contaminándolos (Brunori et al., 2012).

En las granjas donde se depositan las excretas de los cerdos en un área determinada y sometida a volteos, puede causar la formación de costras

provocando que el suelo pierda su permeabilidad favoreciendo su erosión, acumulación de sales y de metales pesados los cuales son tóxicos para los microorganismos que se localizan en el suelo (Brunori et al., 2012).

2.2.2. CONTAMINACIÓN DEL AGUA

El “N, P, los metales pesados, agentes patógenos, hormonas y medicamentos de uso veterinario alteran la calidad del agua” (Brunori et al., 2012). Las excretas de cerdos contienen todos estos elementos y sustancias, como se dijo anteriormente pueden llegar a cuerpos de agua superficiales y subterráneas. El exceso de P en forma de fosfatos presente en los desechos de animales puede causar la eutrofización de cuerpos de agua (Brunori et al., 2012).

2.2.3. CONTAMINACIÓN DEL AIRE

El $N-NH_4^+$ contenido en las excretas de los cerdos producen emisiones de amoníaco a la atmósfera si no son tratadas, también producen compuestos orgánicos y azufrados los cuales generan malos olores (Brunori et al., 2012).

2.2.4. MANEJO DE EXCRETAS DEL GANADO PORCINO

Un buen manejo de las excretas de los cerdos reducirá el impacto hacia el ambiente, un correcto almacenamiento y tratamiento pueden beneficiar a los productores debido a los diferentes usos que se le puede dar.

2.2.4.1. Usos alternativos de las excretas de cerdos como fertilizante

Según el tratamiento que serán sometidas las excretas se puede implementar los siguientes usos:

- **Fertilizantes:** por la composición de las excretas estas pueden ser usadas de forma directa como abono orgánico. Dependiendo del tipo de cultivo se pueden usar las excretas mediante ferti-riego (Orralla, 2021; Maisonnave et al., 2016).

- **Compost:** mediante el uso de microorganismos aerobios y condiciones adecuadas las excretas son descompuestas para ser utilizadas como abono agrícola o alimento para otros animales. La ventaja del compost es una notoria reducción del volumen de las excretas (Orralla, 2021).
- **Lombricomposta:** para este método se utiliza la lombriz roja californiana las cuales transforman las excretas en humus, este es inodoro y mucho más fértil (Orralla, 2021).
- **Generación de energía:** mediante procesos de digestión anaerobia en biodigestores, “bacterias anaerobias son las encargadas de transformar la biomasa en biogás el cual puede ser utilizado como combustible” (Maisonnave et al., 2016).

2.2.5. TRATAMIENTO DE EXCRETAS PORCINAS

El tratamiento de excretas tiene como fin el disminuir el volumen generado y la carga contaminante. Las excretas son gestionadas bajo procesos: físicos, químicos y biológicos dependiendo del tratamiento elegido. Para la elección de tratamiento de excretas se debe tomar en cuenta factores como: la ubicación de la granja y su clima, la composición del efluente, el volumen del efluente por día y el presupuesto (Brunori et al., 2012). Además, se debe conocer los siguientes parámetros:

- DBO₅ y DQO
- Nitrógeno y fósforo
- Sólidos sedimentables
- Sólidos suspendidos totales y volátiles
- pH
- Conductividad eléctrica
- Coliformes fecales totales
- *Escherichia coli*
- Huevos de helmintos

Se debe tener en cuenta que, independientemente del sistema de tratamiento de excretas elegido, la granja debe contar con un adecuado sistema de conducción y un lugar de almacenamiento temporal, ya que, la producción de excretas es diario (Maisonnave et al., 2016). En la Figura 4 se señalan los distintos tipos de tratamiento que se le puede dar a las excretas porcinas.

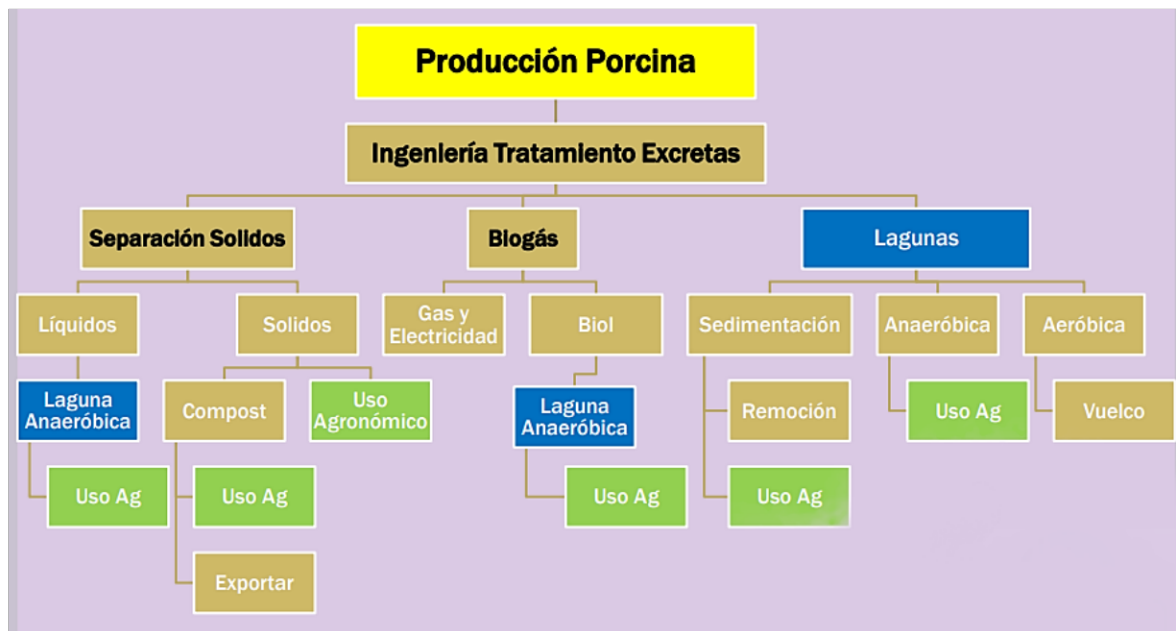


Figura 4. Tipos de tratamiento de excretas porcinas
Fuente: (Maisonnave, 2016)

2.3. BIODIGESTORES

Los biodigestores son sistemas diseñados para aprovechar los residuos orgánicos de las actividades agrícolas. El estiércol o efluentes industriales para la producción de biogás, y biol mediante procesos de digestión anaerobia permiten obtener energía limpia a bajo costo (Rivas et al., 2010).

2.3.1. DIGESTIÓN ANAEROBIA

Es un proceso bioquímico, en este se degrada la materia orgánica bajo la ausencia de oxígeno, la degradación es realizada por microorganismos que trabajan en serie o en serie-paralelo en etapas sucesivas (Lorenzo & Obaya, 2005; Parra, 2015).

La digestión anaerobia se desarrolla en las siguientes etapas (Figura 5):

- **Hidrólisis:** también llamada licuefacción, es la etapa donde los compuestos orgánicos son degradados por microorganismos en materia soluble generando así sustratos para la siguiente etapa (FAO, 2019).
- **Acidogénesis y acetogénesis:** en esta etapa varios microorganismos acidogénicos y acetogénicos procesan la materia soluble de la fase anterior, liberando principalmente hidrógeno molecular, CO_2 y acetato. En esta etapa es fundamental el control del descenso del pH debido a la rapidez con la que ocurre el proceso (FAO, 2019).
- **Metanogénesis:** realizada por microorganismos metanogénicos, considerados los más elementales dentro de los anaerobios, debido a que “son los responsables de la formación de metano por vía hidrogenotrófica a partir de H_2 y CO_2 , por vía acetoclástica transforma el ácido acético en metano y CO_2 ” (FAO, 2019).

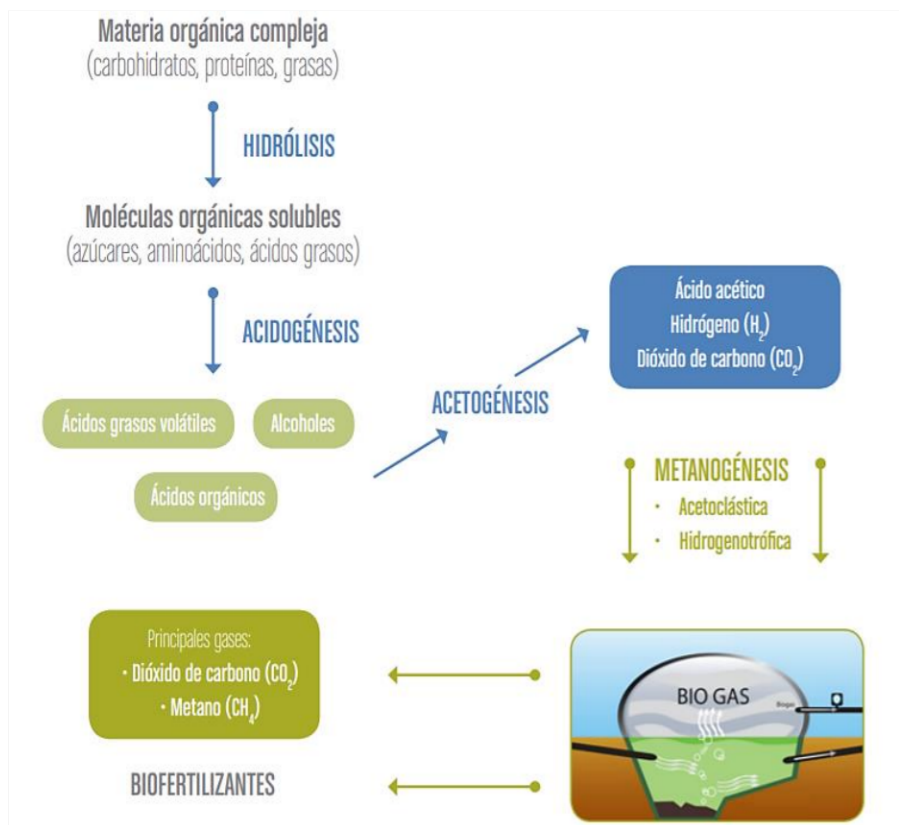


Figura 5. Proceso de digestión anaerobia
Fuente: (FAO, 2019)

2.3.2. BIOGÁS

El biogás es gas combustible compuesto de varios gases (ver tabla 5), es el producto de la digestión anaerobia de materia orgánica como el estiércol y residuos orgánicos. El biogás tiene “un poder calorífico que oscila entre los 5000 y 5500 kcal/m³, es un tipo de energía renovable que puede sustituir los combustibles fósiles y se puede usar para cocinar, calentar y generar electricidad” (Bochatay, 2020, Cepero et al., 2012).

Tabla 5.

Composición de Biogás

COMPONENTE	PORCENTAJE %
Metano CH ₄	40-70
Dióxido de carbono CO ₂	30-60
Hidrógeno H ₂	1
Nitrógeno N ₂	5
Monóxido de carbono CO	1
Oxígeno O ₂	1
Sulfuro de hidrógeno H ₂ S	0,1

Fuente: (Bochatay, 2020)

2.3.3. BIOL

El biol es un fertilizante líquido producto de la fermentación de materia orgánica y agua en un ambiente anaerobio, el biol una vez filtrado “puede ser empleado como fertilizante foliar o vaciado directamente al suelo y canales de riego” (Bochatay, 2020).

Tabla 6.

Composición Biol

COMPONENTE	PORCENTAJE %
Materia orgánica	38
Fibra	10
Nitrógeno	1,6
Fósforo	0,2
Potasio	1,5
Calcio	0,2
Azufre	0,2

Fuente: (Bochatay, 2020)

2.3.4. TIPOS DE BIODIGESTORES ANAEROBIOS

Se pueden clasificar de acuerdo con los criterios siguientes:

Por su tecnología:

- **Primera generación:** la biomasa se encuentra en suspensión; aquí están los de laguna anaerobia y reactores batch (De la Merced, 2012).
- **Segunda generación:** los microorganismos son retenidos en el reactor o por sedimentación; en este grupo se encuentran los reactores anaerobios de flujo ascendente, filtro anaerobio y reactores continuos de tanque agitado (De la Merced, 2012).
- **Tercera generación:** los microorganismos están presentes en forma de película; en este grupo está el biodigestor de lecho expandido de lodos granulares (De la Merced, 2012).

Por su proceso:

- **Continuo:** los biodigestores de flujo continuo poseen un tanque de post-digestión (TDP) para lodos. En estos al agregar cierta cantidad de sustrato por el TDP saldrá esa misma cantidad en lodo, por lo que el nivel del biodigestor se mantendrá constante (De la Merced, 2012).
- **Discontinuo:** en estos la materia orgánica ingresa, se sella e inicia el proceso de digestión, cuando la producción de biogás alcanza su punto máximo se abre el biodigestor, se lo vacía y se repite el proceso (De la Merced, 2012).

- **Semi-continuos:** estos combinan las ventajas de los de flujo continuo y discontinuo, la materia orgánica es agregada gradualmente al biodigestor, una vez lleno se cambia la modalidad de operación de discontinuo a continuo. En esta etapa se incorpora más sustrato y el lodo es dirigido a los tanques de almacenamiento, una de las desventajas es que los lodos no son digeridos por completo por esto el rendimiento del biogás con este tipo de biodigestores es bajo en comparación a los otros dos procesos (De la Merced, 2012).

2.4. BIODIGESTOR TIPO TAIWAN

Los biodigestores tipo Taiwán son sistemas de biodigestión que les ofrece a las familias de pequeños productores, del sector agropecuario, contar con un combustible de mejor calidad. Aportan en la mejora de “la productividad de sus campos y disminuyen la compra de fertilizantes” (García et al., 2017). Este tipo de biodigestor puede ser construido de diferentes volúmenes, desde 2,2 m³ a 3,5 m³, compagina “la cámara de digestión, el tanque de sedimentación y el gasómetro en una sola unidad” (García et al., 2017). En estos sistemas de biodigestión anaerobia de flujo pistón semi-continuo, el sustrato no debe ocupar todo el espacio, dado que debe existir un volumen extra para el gas que se genera.

El biodigestor también necesita agua en una relación de 1:4, es decir que por una parte de estiércol porcino se necesita 4 partes de agua, el agua utilizada no debe tener cloro, dado que, puede matar las bacterias necesarias para este proceso (Forget, 2011; García et al., 2017). Es importante mencionar que, existen variedades de estiércol y cada uno tiene propiedades diferentes. El estiércol porcino es el que más biogás produce, pero su desventaja es que al ser un animal omnívoro el biol que se produce es muy ácido y el proceso es más lento en comparación al estiércol que proviene del ganado vacuno el cual es considera el estiércol más equilibrado para este tipo de biodigestores (Forget, 2011).

En el modelo Taiwanés para un buen funcionamiento se debe tener al menos 4,5 m de longitud y 1,8 de ancho, debe ser construido dentro de una zanja la cual cubra hasta el nivel de mezcla. La entrada y salida deben quedar al nivel del suelo como se observa en la Figura 6 (García et al., 2017).

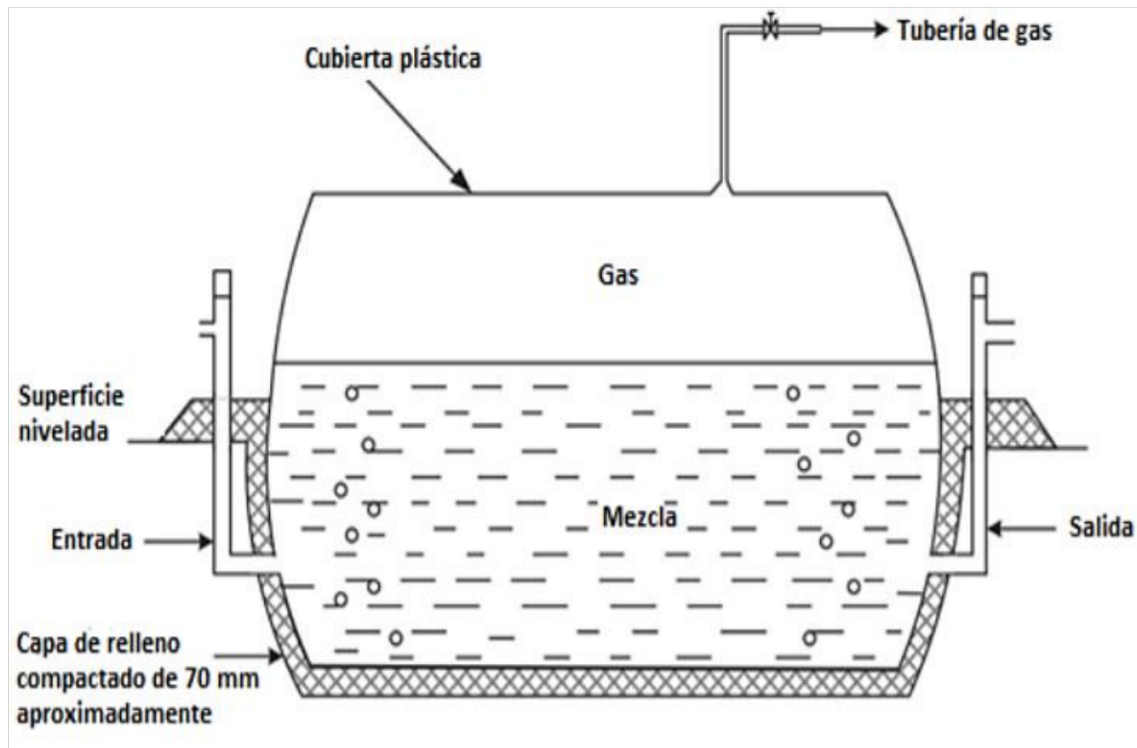


Figura 6. Diseño biodigestor tipo Taiwán

Fuente: (García et al., 2017)

Los biodigestores tipo Taiwán tienen las siguientes ventajas (García et al., 2017):

- Es de bajo costo
- Se facilita su construcción e instalación
- Es de fácil manejo, mantenimiento y reparación
- Posee una alta eficiencia
- Su vida útil de aproximadamente 10 años

2.4.1. COMPONENTES DEL BIODIGESTOR TIPO TAIWAN

Este modelo de biodigestor se compone de los elementos que presentan la tabla 7 y la Figura 7:

Tabla 7.
Componentes biodigestor tipo Taiwán

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	OBLIGATORIO
Reactor	Es una bolsa plástica la cual contiene toda la materia orgánica que es sometida a digestión, puede ser de polietileno (PE) o de geomembrana de policloruro de vinilo (PVC).	Si
Tuberías	Tubería de PVC, encargadas de conducir el gas desde el reactor hasta la cocina o al equipo que sirva para comprobar la obtención del biogás.	Si
Invernadero	Una Carpa solar que protege al reactor de los rayos UV, en climas fríos es necesario debido a que protege al reactor de las temperaturas bajas.	No
Válvulas	Posicionadas en distintos sitios a lo largo de las tuberías, siendo la principal la válvula de seguridad ya que esta garantiza que la presión dentro de reactor se mantenga algo constante. La válvula de seguridad impide que el reactor se dañe cuando el biogás que se produce no es utilizado durante cierto tiempo y también impide el paso del aire al biodigestor.	Si
Manómetro	Sirve para controlar la producción de biogás	No
Reservorio	Su función es almacenar el biogás producido, se debe colocar de tal manera que sea fácil darle presión y no debe estar alejado de la instalación que hace uso del biogás.	Si
Cocina	Se la instala si el biogás producido va a ser utilizado para cocinar	Si
Zanja	La zanja debe ser de una profundidad tal que cubra el nivel de la mezcla, se debe recubrir su fondo y aislarlo térmicamente.	Si

Fuente: (Fernández, J et al., 2015; Forget, 2011; García et al., 2017)

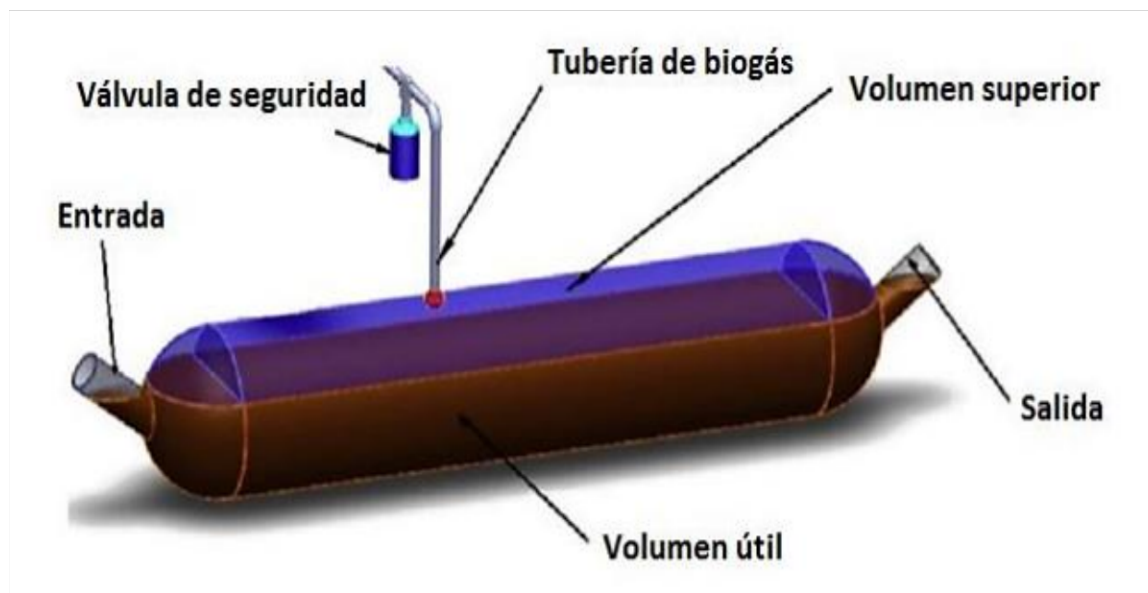


Figura 7. Componentes biodigestor tipo Taiwán

Fuente: (García et al., 2017)

2.4.2. VARIABLES PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGAS

2.4.2.1. Temperatura

“En el proceso de digestión anaerobia para que presente un adecuado desarrollo de los microorganismos existen tres intervalos de temperatura” (Apolo, 2019).

- *Psicrófilo*: “con rangos de temperatura de 18 a 25 °C” (García, 2015).
- *Mesófilo*: “con rangos de temperatura de 25 a 45 °C” (García, 2015).
- *Termófilo*: “con rangos de temperatura de 45 a 60 °C” (García, 2015).

“Con temperatura entre 30 y 38 °C, se obtienen los mejores rendimientos del biodigestor, considerando la eficiencia energética superior a los otros intervalos de temperatura” (Apolo, 2019).

2.4.2.2. pH y alcalinidad

“Las bacterias responsables de la producción de biogás son altamente sensibles a cambios de pH. Al interior del biodigestor debe mantenerse entre 6,5 - 8,5. Por debajo de 6 y por encima de 8,5 el proceso se detendría” (Apolo, 2019). Es necesario mantener un control de este parámetro.

2.4.2.3. Tiempo de retención

“Promedio de tiempo en que la materia orgánica es degradada por microorganismos al interior de un sistema anaerobio. Se relaciona directamente con la temperatura ambiente y el volumen del biodigestor” (Apolo, 2019).

2.4.2.5. Concentración de carga orgánica

“La concentración de carga orgánica en el biodigestor debe permanecer entre 8 y 10 %” (Chávez & Velasco, 2012). “Debido a que, este es un factor importante para considerar el diseño del biodigestor” (García, 2015). “No debe exceder los límites permisibles del tipo de biodigestor para el que está diseñado. Si se superan estos

valores, el proceso de fermentación falla porque no puede conducir la materia orgánica” (Apolo, 2019).

2.4.2.6. Nutrientes

“Para la digestión anaeróbica, los principales componentes a considerar son: Ni, Mb, B, Zn, Fe, Co, Se, W y Mn” (Apolo, 2019). Los microelementos son una de las características más importantes en la digestión anaeróbica, si el reactor está mostrando un bajo rendimiento sin razón aparente se debe verificar la disponibilidad de estos elementos en el biodigestor. Por esta razón, puede ocurrir quelación o precipitación, lo que dificulta el uso de los microorganismos presentes en los biofertilizantes (Apolo, 2019).

2.4.2.7. Relación C/N

Las relaciones C/N adecuadas de los sustratos que ingresan al biodigestor son importantes para el desarrollo de microorganismos que interfieren con sus procesos de degradación. “Para los organismos presentes en la primera etapa de degradación, la relación C/N va de 10 a 45, mientras que los microorganismos presentes durante la metanogénesis son más exigentes y se desarrollan entre 20 y 30” (Apolo, 2019).

2.4.2.8. Agentes promotores e inhibidores de la fermentación

“Se conoce como agentes promotores a los materiales o elementos que pueden estimular la degradación del sustrato que a su vez aumentar la producción de biogás: sales inorgánicas, enzimas, urea y carbonato de calcio” (Chávez & Velasco, 2012). Aunque los inhibidores son sustancias que afectan la “actividad de los microorganismos, como la concentración de ácidos volátiles, amoníaco libre y metales pesados” (Apolo, 2019; Flotats et al., 2001).

2.5. MARCO LEGAL APLICABLE

2.5.1. CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

Dentro de la constitución se toma en cuenta los siguientes artículos:

Art. 14.- “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*” (Decreto Legislativo 0, 2008, p.13).

“Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados” (Decreto Legislativo 0, 2008, p.13).

Art. 281.- “La soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiado de forma permanente” (Decreto Legislativo 0, 2008, p.90).

Para lo cual, será responsabilidad del Estado: “precautelar que los animales destinados a la alimentación humana estén sanos y sean criados en un entorno saludable” (Decreto Legislativo 0, 2008, p.90).

2.5.2. CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE

Art. 172.- “La regularización ambiental tiene como objeto la autorización de la ejecución de los proyectos, obras y actividades públicas, privadas y mixtas, en función de las características particulares de estos y de la magnitud de sus impactos o riesgos ambientales” (COA, 2017, p. 51).

“Para dichos efectos, el impacto ambiental se clasificará como no significativo, bajo, mediano o alto. El Sistema Único de Información Ambiental determinará automáticamente el tipo de permiso ambiental a otorgarse” (COA, 2017, p. 51).

Art. 173.- “El operador de un proyecto tendrá la obligación de prevenir, evitar, reducir y eliminar los impactos ambientales que pueda generar su actividad. Cuando se produzca algún tipo de afectación ambiental, el operador establecerá todos los mecanismos necesarios para su restauración” (COA, 2017, p. 51).

“El operador deberá promover en su actividad el uso de tecnologías ambientalmente limpias, energías alternativas, prácticas que garanticen la transparencia y acceso a la información, así como la implementación de mejores prácticas ambientales en la producción y consumo” (COA, 2017, p. 51).

Art. 316.- Infracciones leves son las siguientes:

- “El inicio de un proyecto, obra o actividad categorizada como de bajo impacto sin la autorización administrativa” (COA, 2017, p. 80).
- “El incumplimiento de las obligaciones contenidas en la autorización administrativa o plan de manejo ambiental, cuando no estén tipificadas como graves o muy graves” (COA, 2017, p. 80).

Art. 323.- “La capacidad económica se determinará en base de los ingresos brutos obtenidos por las personas naturales o jurídicas, registradas en la declaración del Impuesto a la Renta y se ubicarán en alguno de cuatro grupos” (COA, 2017, p. 84).

- *Grupo A:* “cuyos ingresos brutos se encuentren entre cero a una fracción básica gravada con tarifa cero para el impuesto a la renta de personas naturales” (COA, 2017, p. 84).

“Las personas naturales que no tengan la obligación legal de presentar la declaración del impuesto a la renta, serán parte del Grupo A” (COA, 2017, p. 84).

- *Grupo B*: “cuyos ingresos brutos se encuentren entre una a cinco fracciones básicas gravadas con tarifa cero para el impuesto a la renta de personas naturales” (COA, 2017, p.84).
- *Grupo C*: “cuyos ingresos brutos se encuentre entre cinco a diez fracciones básicas gravadas con tarifa cero para el impuesto a la renta de personas naturales” (COA, 2017, p.84).
- *Grupo D*: “cuyos ingresos brutos se encuentren en diez fracciones básicas gravadas con tarifa cero para el impuesto a la renta de personas naturales, en adelante” (COA, 2017, p.84).

Art. 324.- Multa para infracciones leves serán:

- “Para el Grupo A, la base de la multa será un salario básico unificado” (COA, 2017, p.84).
- “Para el Grupo B, la base de la multa será 1.5 salarios básicos unificados” (COA, 2017, p.84).
- “Para el Grupo C, la base de la multa será dos salarios básicos unificados” (COA, 2017, p.84).
- “Para el Grupo D, la base de la multa será 2.5 salarios básicos unificados” (COA, 2017, p.84).

2.5.2.1. Reglamento al Código Orgánico del Ambiente

Art. 422.- “El catálogo de actividades contiene la lista de proyectos, obras o actividades sujetos a regularización ambiental” (Decreto Ejecutivo 752, 2019, p. 85). “El proponente, para regularizar su proyecto, obra o actividad, deberá utilizar el

SUIA, donde ingresará la información referente a las características particulares de su actividad” (Decreto Ejecutivo 752, 2019, p. 85). “Una vez suministrada la información requerida por el Sistema Único de Información Ambiental, se establecerá lo siguiente” (Decreto Ejecutivo 752, 2019, p. 85).

- “Autoridad Ambiental Competente para regularización” (Decreto Ejecutivo 752, 2019, p. 85).
- “Tipo de impacto, según las características del proyecto, obra o actividad” (Decreto Ejecutivo 752, 2019, p. 85).
- “Tipo de autorización administrativa ambiental requerida” (Decreto Ejecutivo 752, 2019, p. 85).

Art. 429.- Requisitos para obtención de registro ambiental:

- a) “Registro en el SUIA del proyecto, obra o actividad a regularizarse” (Decreto Ejecutivo 752, 2019, p. 86).
- b) “Certificado de intersección; Información del proyecto conforme el formulario emitido por la Autoridad Ambiental Nacional” (Decreto Ejecutivo 752, 2019, p. 86).
- c) “Pagos por servicios administrativos” (Decreto Ejecutivo 752, 2019, p. 86).
- d) “Informe de proceso de participación, en caso de ser aplicable, de acuerdo a la norma sectorial” (Decreto Ejecutivo 752, 2019, p. 86).
- e) “Otros que la Autoridad Ambiental Nacional determine en la normativa expedida para el efecto” (Decreto Ejecutivo 752, 2019, p. 86).

“Una vez presentados los requisitos establecidos en el presente artículo, el Registro Ambiental será emitido y publicado por la Autoridad Ambiental Competente a través del Sistema Único de Información Ambiental” (Decreto Ejecutivo 752, 2019, p. 86).

“Los operadores de proyectos, obras o actividades deberán cumplir con las obligaciones que se deriven del registro ambiental, además de lo dispuesto en la normativa aplicable” (Decreto Ejecutivo 752, 2019, p. 86).

2.5.3. REGULARIZACIÓN AMBIENTAL

Proceso mediante el cual toda persona natural o jurídica que esté a cargo de un proyecto, obra o actividades que conste dentro del “catálogo expedido por la Autoridad Ambiental Nacional a través del SUIA, el cual determinara que tipo de permiso ambiental, se presentará de acuerdo con la magnitud del impacto ambiental que genere el proyecto, obra o actividad” (Decreto Ejecutivo 3516, 2015). Según el nivel de impacto, la regularización ambiental se presenta en la tabla 8:

Tabla 8.

Regularización ambiental

IMPACTO	CATEGORÍA	TIPO DE PERMISO	OBTENCIÓN	OBLIGACIONES
Mínimo	I	Certificado	Opcional	Manual de Buenas Prácticas Ambientales BPA's
Bajo	II	Registro	Obligatoria	Plan de Manejo Ambiental
Medio	III	Licencia	Obligatoria	Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental
Alto	IV	Licencia	Obligatoria	Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental

Fuente: (TULSMA, 2015)

Según el catálogo de actividades del SUIA, la operación de una granja porcina para cría de cerdos mayor a 20 unidades y menor a 1500 unidades porcinas adultas (UPOA) es una actividad con un impacto ambiental bajo por lo que necesitará un registro ambiental, el cual es obligatorio.

2.5.4. RESOLUCIONES DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA, ACUACULTURA Y PESCA PARA LA ACTIVIDAD PORCÍCOLA

- **Resolución No. 217 del 2012** - Guía de Buenas Prácticas Porcícolas.

“El contenido de la Resolución No. 217 tienen por objeto establecer las especificaciones técnicas que deben ser consideradas en los procedimientos producción pecuaria para las granjas dedicadas a la cría, el desarrollo y/o el engorde de cerdos” (Resolución No. 217, 2012).

- **Resolución No. 20 del 2016** - Modifica los artículos 1, 2, 3 y 4 de la Resolución N° 217, Guía de Buenas Prácticas Porcícolas.
- **Resolución No. 0018 del 2016** – Instructivo para el control post registro de productos veterinarios. Mencionada en el artículo 1 de la Resolución No. 20. Del 2016.

De manera general, en las Resoluciones mencionadas, se tratan los siguientes aspectos:

“Ubicación, infraestructura, instalaciones, equipos y servicios, medidas higiénicas, de bioseguridad, uso y calidad del agua, sanidad animal, programa de control de plagas y fauna nociva, manejo de los productos de uso veterinario y agroquímicos, bienestar animal y manejo ambiental” (Resolución No. 217, 2012).

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

3.1 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

Previa descripción de la metodología del trabajo de titulación fue necesario realizar el levantamiento de información de la zona, mismo que tuvo como objetivo comprender la situación y el entorno del lugar objeto de estudio.

Para el levantamiento de la información en el presente estudio se implementó un método inductivo – deductivo. Mediante la investigación realizada se elaboró un diseño óptimo para el estiércol producido por la granja porcina. Se escogió la granja porcícola “Daniel Haro” tomando en cuenta parámetros de análisis tales como: la cantidad de cerdos dentro de la granja, peso promedio, tasa diaria de excreción, la carga orgánica y condiciones meteorológicas de la granja. De manera que, el proyecto se orientó hacia la mejora del proceso agrícola conjunto a un correcto manejo de los residuos generados.

A continuación, se detalla la información obtenida en campo:

3.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA GRANJA

La granja “Daniel Haro”, ubicada en el recinto “El Placer” km 5,5 vía Quevedo, en la provincia Santo Domingo de los Tsáchilas, cuenta con un área de 1707,039 m² de terreno. Una parte de la granja es destinada a la crianza de ganado porcino para engorde y otra para agricultura familiar orgánica. Para los servicios básicos, la granja cuenta con electricidad adaptada manualmente desde un poste de luz, no posee servicio telefónico y tampoco de alcantarillado. La granja no dispone con servicio de agua potable, por lo que la misma es tomada de una vertiente natural cercana a través de un sistema de bombeo para ser almacenada en un tanque elevado de 2 m³, para ser distribuida posteriormente por una red de tuberías.

3.1.2 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD PRODUCTIVA

La granja se dedica únicamente a criar y engordar al ganado porcino para su posterior venta, los propietarios no se dedican a la reproducción porcina. Por lo que, los lechones de aproximadamente 1,5 mes de edad son comprados directamente a terceros y trasladados a las instalaciones de la granja. A continuación, son separados en grupos de 25 cerdos, de acuerdo con su edad y peso, en corrales de 3 m de ancho y 4 m de largo (Ver Figuras 8 y 9). Bienestar animal prescribe 0,65 m² para cerdos de más de 100 kg, por lo que es importante tomar en consideración el crecimiento de los cerdos para poder garantizarles su espacio mínimo.

Las instalaciones de la granja tienen capacidad para 75 cerdos los cuales son divididos en 4 corrales. Cabe recalcar que, la granja tiene de 50 a 75 cerdos, esto depende de las ventas una vez que los cerdos hayan cumplido los 6,5 meses de edad y de los nuevos lechones que llegan a la granja. Los cerdos son alimentados únicamente con balanceado de engorde, se consumen alrededor de 5 saquillos por día (40 kg por saquillo) y son dotados de agua a través de bebederos que son rellenados constantemente. Separando a los cerdos de la granja en grupos de 15 semanas y 22 semanas de vida, se considera un valor aproximadamente per cápita de alimento de 2,6 kg/día-cerdo y 3,5 kg/día-cerdo correspondientemente.



Figura 8. Chancheras destinadas para la crianza de los cerdos 1
Fuente: (Olmedo y Yáñez, 2020)



Figura 9. Chanceras destinadas para la crianza de los cerdos 2
Fuente: (Olmedo y Yáñez, 2020)

3.1.3 MANEJO DE RESIDUOS

Dentro del proceso porcícola no se produce residuos domiciliarios, únicamente los generados por el ganado y lonas de balanceado los cuales son llevados al domicilio de los dueños fuera de la granja para ser reutilizados. En relación a los residuos peligrosos de tipo biológico infeccioso, considerando a las excretas de los cerdos dentro de esta categoría, no se producen los asociados a atención veterinaria, pues los médicos encargados se llevan todos los residuos generados en el proceso.

Las excretas y orines de los cerdos son evacuados todos los días en las tardes de forma manual. El piso del galpón de crianza de los cerdos, son barridos con palas y limpiados con agua a presión. Las excretas son almacenadas temporalmente en un tanque construido en concreto y bloques, sin las dimensiones suficientes para soportar la carga orgánica diaria que produce la granja (ver Figura 10). El destino final de los residuos es una quebrada cercana a las chanceras, lo que produce malos olores y contaminación a recursos hídricos aledaños.



Figura 10. Almacenamiento temporal de excretas
Fuente: (Olmedo y Yáñez, 2020)

3.1.4 LÍNEA BASE DEL PROYECTO

3.1.4.1 Áreas de influencia

El área de influencia es la zona sobre la cual el proyecto tendrá un impacto, que podrá ser negativo o positivo. El límite de esta área de influencia permitirá la descripción de la línea base. El área de influencia se divide en áreas de influencia directa e indirecta.

- **Área de influencia directa**

En el área de influencia directa se consideran principalmente los impactos que podría causar el proyecto en su fase de operación de manera inmediata, para su determinación se considera lo siguiente:

- La granja tiene una extensión de 1707,039 m² está ubicada en el Recinto El Placer km 5,5 vía Quevedo en el cantón Santo Domingo.
- Se encuentra rodeada de otras granjas dedicadas a diferentes actividades agropecuarias.

- La granja más cercana se encuentra a aproximadamente 1000 m de distancia.

Por lo mencionado se establece un área de influencia de 200 m de radio desde los límites del área de la granja (ver Figura 11).

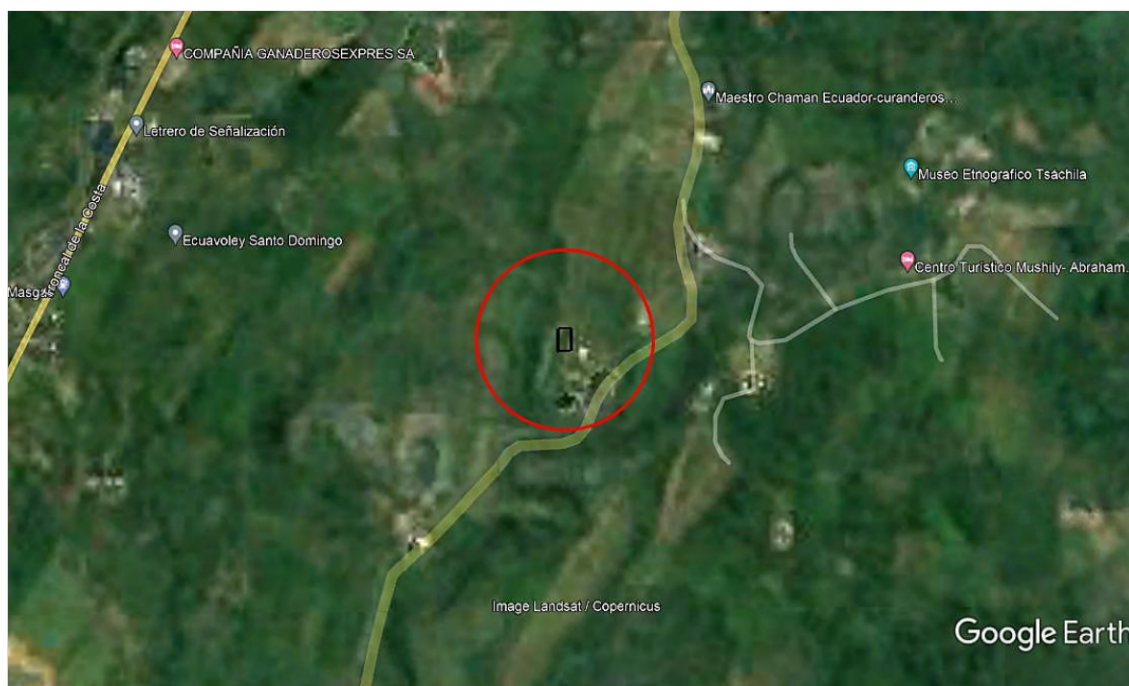


Figura 11. Establecimiento del área de influencia directa
Fuente: (Olmedo y Yáñez, 2020)

- **Área de influencia indirecta**

Además del área de influencia directa, es necesario señalar el área de influencia indirecta, ya que la operación actual del proyecto, especialmente el mal manejo de excretas puede influir negativamente al ecosistema que lo rodea. La descarga de las excretas en una quebrada cercana por infiltración puede contaminar aguas subterráneas por esto como área de influencia indirecta se selecciona la microcuenca en la cual se encuentra el proyecto. La microcuenca seleccionada del río Vinces, la cual tiene un área aproximada de 135 km² (ver Figura 12).



Figura 12. Establecimiento del área de influencia indirecta
Fuente: (Olmedo y Yáñez, 2020)

3.1.4.2 Componentes de la línea base

3.1.4.2.1. Componente físico

- **Clima**

- **Temperatura:** el clima en Santo Domingo es tropical húmedo, la temperatura media está entre 18 y 26°C, se registran temperaturas altas en invierno de diciembre a mayo y temperaturas bajas en verano de julio a diciembre (ver tabla 9) (Parra, 2017).

Tabla 9.
Temperatura anual

TEMPERATURA													
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media
T °C	24,8	24,8	25	25,4	25	24	23,6	24	24	23,9	24,1	24,4	24,45

Fuente: (Parra, 2017)

- **Precipitación:** la precipitación media anual del cantón es de 2280 mm en la zona adyacente a la cordillera y en las zonas bajas es de 3500 mm, con una precipitación mensual media de 234,28 mm (ver tabla 10) (Parra, 2017).

Tabla 10.*Precipitación anual*

PRECIPITACIÓN													
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media
P mm	345,3	385,9	590,2	636,8	289	89,1	21,7	12,3	52,6	72,2	25,6	190,4	2811,4

Fuente: (Parra, 2017)

- **Humedad:** La humedad media mensual del cantón es de 88%, esto se debe a la “evaporación del océano, su humedad al adentrarse al continente por influencia de la brisa marina mantiene el ambiente de la zona húmedo todo el tiempo” (Parra, 2017). (ver tabla 11)

Tabla 11.*Humedad relativa multianual*

HUMEDAD							Promedio multianual
Mes	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
% H	86	86	91	91	88	85	87,83

Fuente: (Parra, 2017)

- **Velocidad del viento:** la velocidad media del viento para el cantón es de 6,47 m/s (ver tabla 12) (Parra, 2017).

Tabla 12.*Velocidad relativa anual*

VELOCIDAD MAYOR OBSERVADA													
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media
m/s	7,00	6,33	6,33	6,67	5,67	6,67	7,00	7,00	7,00	6,33	5,33	6,33	6,47

Fuente: (Parra, 2017)

- **Uso de suelo:** El cantón Santo Domingo, así como en la provincia en general la mayoría de la superficie es destinada a actividades de agricultura y ganadería. El 72,02% del cantón es de uso agropecuario, las características climáticas y las propiedades del suelo lo vuelven un territorio apto para estas actividades (ver Figura 13) (GADP Santo Domingo de los Tsáchilas, 2017).

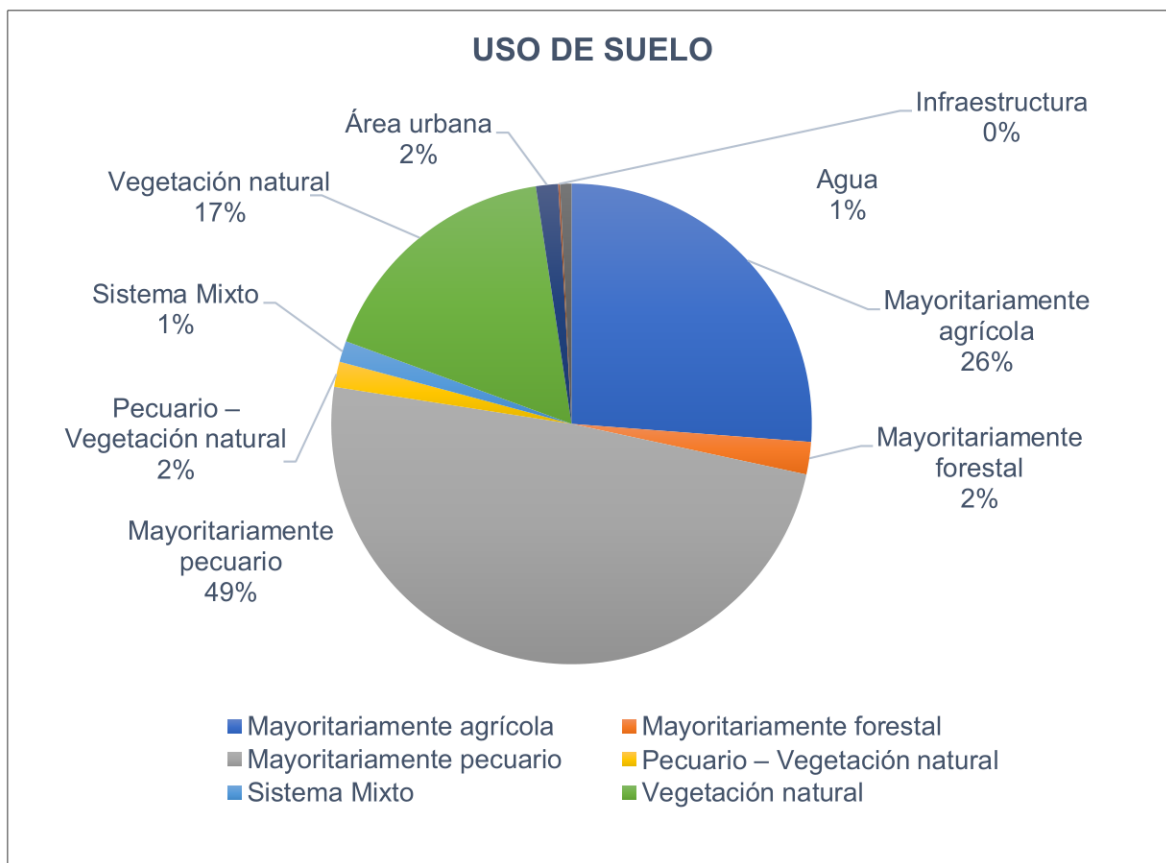


Figura 13. Uso de suelo del Cantón Santo Domingo

Fuente: (GADP Santo Domingo de los Tsáchilas, 2017)

3.1.4.3. Componente biótico

- Flora:** La zona del proyecto está rodeado por granjas agropecuarias y vegetación nativa, en granjas aledañas se pueden encontrar árboles frutales como aguacate, mango, café, fruta pan, badea criolla, caimito y chirimoya; plantas de altura media como moquillo, matico, laritaco, platanillo, paja toquilla, camacho. Además, se encuentran árboles de hasta 30 m de altura como la balsa, guarumo, palma real, pambil, higuerón, guaba, laurel, canelo. Entre los cultivos existentes en la zona están el cacao, caña de azúcar, maíz, yuca, café, banano, achiote, guayaba, papaya, naranja, mandarina, palmito, entre otras (GADP Santo Domingo de los Tsáchilas, 2017).
- Fauna:** Dentro del cantón se tiene identificado aproximadamente 70 especies de mamíferos, 60 de anfibios, 63 herpetofauna y 269 aves. Entre las aves que destacan están los gavilanes, colibríes, el halcón reidor,

lechuzas, carpinteros, palomas, loros, entre otras especies de aves. Dentro de los mamíferos destaca la crianza de ganado porcino, vacuno y caprino (GADP Santo Domingo de los Tsáchilas, 2017).

3.1.4.4. Componente Socio Económico

- **Población:** La provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas tiene una población de 450.000 mil habitantes y una superficie de 3.523 km² (INEC, 2018). El 69,6% se encuentra en la zona urbana y 30,37% en la zona rural.

3.1.5 UBICACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DEL ÁREA PARA EL EMPLAZAMIENTO DEL BIODIGESTOR

Se recomienda la localización del biodigestor “en un área muy cercana a la explotación porcina; lo ideal es facilitar la carga del biodigestor a través de un sistema de tuberías” (Rodríguez & Preston, 2018). El tamaño de la zanja depende del tamaño y donde se ubique el biodigestor (capacidad). La “cúpula del biodigestor deberá estar por encima del nivel de la zanja ocupando en 25% del volumen total del biodigestor” (Herrero, 2015) y además, las paredes van a soportar la presión del biodigestor.

3.2 PARÁMETROS DE DISEÑO PARA EL BIODIGESTOR

3.2.1. DISPONIBILIDAD DE MATERIA ORGÁNICA

El estiércol fresco es la materia prima para la obtención de biogás. No obstante, existen otros tipos de residuos orgánicos a considerar, pero en ningún caso residuos duros (cáscara consistente) o residuos de descomposición a largo plazo (vísceras). Lo que se desea es producir la mayor cantidad de biogás y ello se consigue con el estiércol de cerdo (Herrero, 2015). Por lo tanto, para el presente proyecto, tomando en consideración a la “población de cerdos, se calculó la disponibilidad de estiércol y el tamaño del biodigestor” (Domínguez et al., 2014).

Para el presente estudio se toma una muestra de 60 cerdos de tipo criollos comprendidos entre 40 cerdos de 15 semanas de 56,68 kg y 20 cerdos de 22 semanas de edad con un peso de 103,15 kg. De manera general, se calcula la cantidad de estiércol por disponer al día, considerando que el ganado pasa todo el día dentro de los corrales y todo el estiércol está disponible para ser introducido al biodigestor. Según Herrero (2015), para el cálculo se considera que, por cada 100 kilogramos de peso del cerdo, se producen 4 kilogramos de estiércol fresco, como se presenta en la tabla 13.

Tabla 13.

Producción de estiércol fresco diario

GANADO	ESTIÉRCOL FRESCO (kg/100 kg de peso)
Cerdo	4
Bovino	8
Caprino	4
Conejo	3
Equino	7
Humano adulto	0,4 kg por adulto
Humano niño	0,2 kg por niño

Fuente: (Herrero, 2015)

Si se tiene una población de 40 cerdos de 15 semanas de edad con peso de 56,68 kg, la producción de estiércol fresco (PEF) fue:

Peso de cerdos 15 semanas= 40 cerdos x 56,68 kg de peso

Peso de cerdos 15 semanas= 2267,2 kg de peso de los cerdos de 15 semanas

$$PEF = 2267,2 \text{ kg peso de cerdo} \times \frac{4 \text{ kg Estiércol Fresco}}{100 \text{ kg peso de cerdo}}$$

[1]

$$PEF = 90,688 \text{ kg Estiércol fresco}$$

Peso de cerdos 22 semanas= 20 cerdos x 103,15 kg de peso

Peso de cerdos 22 semanas= 2063 kg de peso de los cerdos de 22 semanas

$$PEF = 2063 \text{ kg peso de cerdo} \times \frac{4 \text{ kg Estiércol Fresco}}{100 \text{ kg peso de cerdo}}$$

[2]

$$PEF = 82,52 \text{ kg Estiércol fresco}$$

La producción total de estiércol fue de 173,208 kg al día, como se puede evidenciar en la tabla 14.

Tabla 14.

Producción diaria de estiércol

	Cerdos Criollos	Población	Porcentaje	kg de estiércol fresco diario producido por cada 100 kg de peso del animal
1	15 semanas	40	67%	4
2	22 semanas	20	33%	4
	Peso del animal (kg)	Peso total (kg)	Cantidad de estiércol (kg)	Total de estiércol producido al día (kg/día)
1	56,68	2267,2	90,688	173,208
2	103,15	2063	82,52	

Fuente: (Olmedo & Yáñez, 2022)

3.2.3. CARGA DEL BIODIGESTOR

Es necesario contar con suficiente cantidad de agua para llevar a cabo la mezcla a cargar en el biodigestor. En el caso de los biodigestores tubulares, la razón de mezcla es 1:4, es decir, 1 parte de estiércol y 4 partes de agua (Forget, 2011). “Para realizar el cálculo de la carga diaria (CD), el volumen de excretas es multiplicado por 4, valor que es determinado por la relación sólido-agua” (Apolo, 2019).

Según Coronel (2014), se asumió que 1 kg de estiércol fresco = 1 litro de estiércol fresco, entonces se tiene:

$$CD = (PEF * 4) + PEF$$

[3]

$$CD = (173,208 \text{ kg estiércol fresco} * 4) + 173,208 \text{ kg estiércol fresco}$$

$$CD = 866,04 \frac{\text{kg estiércol fresco}}{\text{día}} \text{ o } 866,04 \frac{\text{l estiércol fresco}}{\text{día}}$$

$$CD = 0,867 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

3.2.4. TIEMPO DE RETENCIÓN HIDRÁULICA

Para dimensionar un biodigestor resulta necesario conocer la tasa diaria de alimentación y el tiempo de retención hidráulico (TRH). “Para este parámetro se considera directamente la temperatura de la zona, en un clima cálido un tiempo de retención de 25 días, es adecuado” (Forget, 2011). El clima mesofílico en el que se encuentra la granja permite asumir un tiempo de retención hidráulica de 25 días, razonable para temperaturas promedio de 26 °C.

3.2.5. VOLUMEN DEL BIODIGESTOR

“Una vez determinado el TRH, se procede con este valor a calcular el volumen del biodigestor” (Herrero, 2015), empezando por el cálculo del volumen líquido (Vl) del biodigestor:

$$Vl = CD * TRH$$

[4]

$$Vl = 0,867 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} * 25 \text{ días}$$

$$Vl = 21,651 \text{ m}^3$$

Por medio volumen del biodigestor se conoce la parte líquida y gaseosa del mismo, por lo general esto es 75 y 25 %, correspondiente a fase líquida y fase gaseosa (Herrero, 2015).

$$Vg = Vt * 0,25$$

[5]

$$Vg = (Vg + Vl)0,25$$

$$Vg = (Vg + 21,652) * 0,25m^3$$

$$Vg - 0,25 Vg = 5,413 m^3$$

$$0,75Vg = 5,413 m^3$$

$$Vg = 7,217 m^3$$

El volumen total es de:

$$VT = Vl + Vg$$

[6]

$$VT = 21,651 m^3 + 7,217 m^3$$

$$VT = 28,868 m^3$$

Para valorar la producción de biogás se emplea el promedio de generación de volumen biogás en función de los kilogramos de estiércol, como se presenta en la tabla 15 (Moreta, 2013).

Tabla 15.

Producción de Biogás

TIPO DE ESTIÉRCOL	PRODUCCIÓN DE GAS (L/kg de estiércol)
Ganado Vacuno	22 – 40
Cerdos	40 – 60
Aves de corral	65,5 – 115
Humano	20 – 28

Fuente: (Moreta, 2013)

$$\text{Producción de biogás} = \text{Excretas producida} * \frac{\text{Volumen de biogás generado}}{\text{kilogramos de estiércol}}$$

[7]

$$\text{Producción de biogás} = 173,208 \text{ kg estiércol fresco} * \frac{50 \text{ l}}{1 \text{ kg de estiércol fresco}}$$

$$\text{Producción de biogás} = 8660,4 \text{ l} \Rightarrow 8,66 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

3.2.6. TAMAÑO DEL BIODIGESTOR

“El biodigestor es un tubo plástico con una entrada y una salida. El volumen total de este tubo equivale al volumen de un cilindro (en metro cúbicos)” (Herrero, 2015). Esto se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Volumen de cilindro} = \pi * r^2 * L \quad [8]$$

Se procede a conseguir la sección eficaz:

$$\text{Sección Eficaz} = \pi * r^2 \quad [9]$$

Se estima “la longitud necesaria para alcanzar el volumen total deseado. Con el volumen total del biodigestor y la sección eficaz, se aplica la siguiente ecuación para obtener la longitud del biodigestor” (Herrero, 2015).

$$\text{Longitud del Biodigestor (L)} = \frac{VT}{\pi * r^2} \quad [10]$$

El radio del “biodigestor es de 1,1 m, por lo tanto, el diámetro es de 2,2 m, se emplea este radio para que la longitud del biodigestor no sea muy elevada, teniendo estos datos se procede a utilizar la ecuación para calcular la longitud” (Herrero, 2015).

$$L = \frac{28,868 \text{ m}^3}{\pi * (1,1\text{m})^2} \quad [11]$$

$$L = 7,59 \text{ m} \approx 7,6 \text{ m}$$

3.2.7. TAMAÑO DE LA ZANJA

“El tamaño de la zanja dependerá del tamaño del biodigestor (longitud y diámetro)” (Apolo, 2019). Se pueden considerar los valores de la Figura 14:

DIMENSIONES PARA LA ZANJA SEGÚN SU DIÁMETRO (d)					
d (m)	1,28	1,43	1,59	1,75	2,0
a (m)	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
b (m)	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3
p (m)	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4

Figura 14. Dimensiones de la zanja para el biodigestor
Fuente: (Herrero, 2015)

Con un diámetro de biodigestor aproximado a los 2 m, se utilizan las medidas requeridas para tal valor. Los valores establecidos para la zanja se representan en la Figura 15.

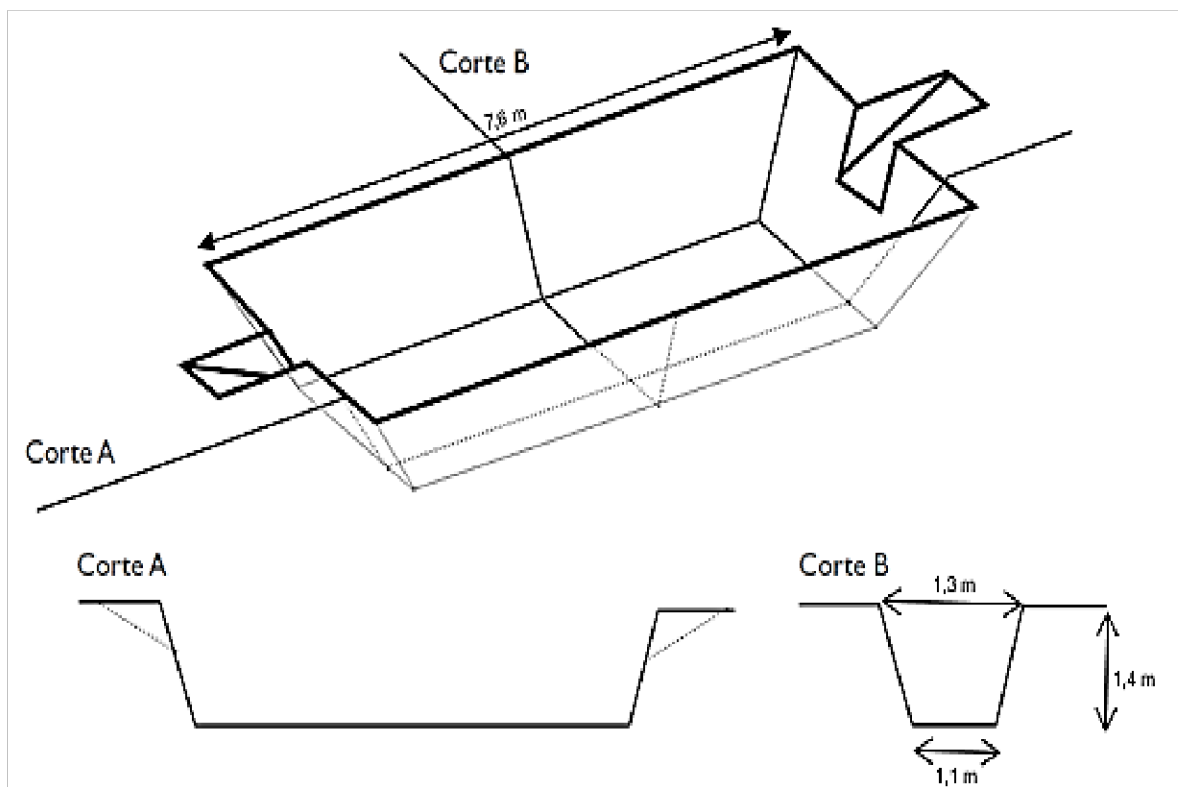


Figura 15. Dimensiones de la Zanja
Fuente: (Olmedo & Yáñez, 2022)

3.2.8. TAMAÑO DE LAS CÁMARAS DE ENTRADA Y SALIDA

El estiércol debe ser diluido correctamente para ingresar por la tubería de entrada de PVC. La cámara de entrada se construye de bloque o ladrillos y cemento con una rejilla al inicio de la tubería para impedir que restos sólidos pasen a la tubería y afecten la integridad del biodigestor. Las dimensiones tanto para la cámara de entrada y de salida son de 1,5 m de ancho, 1,5 m de largo y 1 m de profundidad consideran la carga diaria de materia orgánica.

3.2.9. MATERIALES A EMPLEARSE

En las tablas 16 y 17 se presentan los materiales y herramientas necesarios para implementar el biodigestor diseñado para la granja porcícola considerada para este proyecto de titulación.

Tabla 16.

Materiales necesarios para la construcción del biodigestor

MATERIAL	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Bolsa plástica de PERMAX PVC	1000 μ m de grosor y dimensiones 8m de largo y 2,2 m de diámetro.	1
Tubo de PVC	6" de 2 m	1
Codos de PVC	45° de 6"	2
Adaptador hembra de PVC	1/2"	1
Adaptador macho de PVC	3/4"	1
Tubo PVC	1/2" de 2 m	1
Llave de paso de PVC	1/2"	3
T de PVC	1/2"	3
Plástico para recubierta de la zanja	32 m ²	1
Baldes	5 gal	2
Cinta de teflón		1
Ligas y empaques	Tubos viejos de llantas para carros	
Botella plástica	3 L	
Bloques macizos	10 cm	40
Sacos de cemento		2
Arena fina		1 m ³

Fuente: (Olmedo & Yáñez, 2022), 2022)

Tabla 17.
Herramientas para la construcción del biodigestor

HERRAMIENTAS		
Sierra para tubería	Serrucho	Nivel
Tijeras para plástico	Martillo	Cintas medidoras de pH
Pala	Alicate	Un termómetro ambiental
Barreta	Cinta métrica	

Fuente: (Olmedo & Yáñez, 2022)

CAPÍTULO 4

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. INFORMACIÓN PRELIMINAR

En este apartado se enuncian los impactos ambientales generados en el proceso productivo, sobre la base de fichas ambientales. Se realizó la caracterización de la situación inicial de la granja “Daniel Haro” y su entorno, considerando información secundaria existente en la zona, con lo cual se identificó afectaciones a los componentes físico, biótico y social.

En los numerales 4.1.1 a 4.1.4., se presenta la evaluación ambiental de la granja.

4.1.1. GENERALIDADES DE LA GRANJA Y SU ENTORNO

La granja porcícola “Daniel Haro” se encuentra ubicada en el recinto El Placer en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y cuenta con un área de 1707,039 m². La actividad enmarca la crianza y engorde de ganado porcino con fines comerciales. La capacidad de la granja es para 75 cerdos, que son alimentados con pellets porcinos y dotados con agua mediante bebederos.

Partiendo de la información recopilada en el levantamiento de la línea base, se puede afirmar que, Santo Domingo de los Tsáchilas es una provincia con gran biodiversidad, rica en flora y fauna, con un territorio apto para uso agrícola, forestal, pecuario, y otras. Es una zona que posee las características climáticas y las propiedades del suelo adecuadas para realizar las actividades ya mencionadas. En relación con el clima, “es una provincia lluviosa tropical, su temperatura habitual es de 18 ° C en verano y en invierno normalmente aumenta de 23 a 34° C y su valor medio es de 25° C, aproximadamente” (INAMHI, 2017). Tiene un volumen de precipitaciones de 3000 a 4000 mm anuales, con una humedad relativa entre el 79 % y 88%. En cuanto a la velocidad media del viento se tiene un valor de 6,47 m/s (INAMHI, 2017).

4.1.2. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

Conforme a las actividades que se realizan en la granja se han identificado los siguientes impactos (Ver fichas ambientales del Anexo 2):

- **Contaminación del suelo:** El recurso se ve afectado por el incorrecto manejo de los residuos generados. Existe una alteración en la composición del suelo, por una sobrecarga de nutrientes como nitrógeno y fósforo de las excretas de los cerdos, por lo tanto, el rendimiento productivo agrícola disminuye.
- **Contaminación del agua:** La afectación al recurso hídrico se origina principalmente por la descarga de efluentes de las operaciones de limpieza, además, esto genera un alto consumo que conduce al agotamiento del agua en la granja. En las distintas etapas del proceso se generan vertidos de agua que, al ser dirigidas hacia la quebrada cercana a la granja, penetran en el suelo y contaminan las aguas subterráneas.
- **Contaminación del aire:** El recurso aire es afectado por la generación de gases y olores desagradables, además de la emisión de ruido y material particulado.
- **Generación de residuos:** No se generan residuos adicionales más que los producidos por el ganado y las lonas del balanceado, mismas que son recicladas, pues se emplean para otras actividades por parte de los dueños, por lo tanto, no representan un desecho.
- **Generación de excretas del ganado porcino:** Al no contar con las correctas instalaciones para el manejo de los residuos producidos dentro del galpón (chanceras), el exceso de las excretas del ganado porcino tiene como destino final una quebrada aledaña, generando un impacto negativo alto, afectado a diferentes recursos del entorno.

4.1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Al considerar los impactos negativos identificados en el numeral anterior, el enfoque es hacia los generados por los purines. Es así que, el presente proyecto diseña una propuesta de gestión del efluente orgánico para la granja porcícola, como es el biodigestor. En consecuencia, se analizó la implementación de un sistema de aprovechamiento que podría ser aplicado a otras granjas porcícolas dentro de la provincia que cumplan con las mismas condiciones. Se sugiere implementar para su funcionamiento un biodigestor tipo Taiwán, debido a su fácil instalación y manejo, buena eficiencia en el tratamiento del residuo orgánico separándolo en biol y biogás. El biogás puede aprovecharse como fuente energía renovable en cocinas. Otra ventaja a mencionar es la durabilidad del sistema que supera los 10 años.

4.1.4. SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO

Como solución a los impactos identificados en el numeral anterior, se decidió realizar una capacitación al personal de la granja sobre el manejo de purines, biodigestor y recursos, mismo que se describe en el numeral 4.3.

4.2. ESTRATEGIA DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES

La aplicación de buenas prácticas en una organización, son principios esenciales para la mejora de procesos, garantía de calidad, incremento de competitividad, conservación de recursos, protección al ambiente y al entorno de los trabajadores, entre otras. En este proyecto, el objetivo de las buenas prácticas porcícolas es plantear recomendaciones a los puntos críticos generados en una granja, específicamente en el aprovechamiento del residuo orgánico, proyectando así beneficios ambientales y económicos para la granja.

- **Manejo de purines:** Una vez instalado el biodigestor se eliminará la disposición de los purines al ambiente, pues este contenedor será alimentado con los desechos orgánicos, posteriormente aprovechables. El reactor será de funcionamiento continuo, dado que, la granja siempre está

generando purines. Como resultado del manejo adecuado de los purines en el biodigestor, la granja y el ambiente obtendrán varios beneficios, como:

- Generar un bio - abono orgánico líquido y sólido que por su rica composición en nitrógeno, fósforo y potasio, brinda un sustrato óptimo para el crecimiento vegetal.
 - La recuperación de suelos afectados por actividades agrícolas dentro de la granja o en un invernadero.
 - Disminuir la presión ambiental, en cuanto a recurso agua (acuíferos y agua superficial) y suelo por la mala disposición de los desechos.
 - Disminuir la contaminación a causa del olor característico del estiércol, mejorando así la calidad del aire (reducción de la emisión de gases de efecto invernadero) y evitando sanciones por un mal manejo del mismo.
-
- **Fertilización:** Para conseguir una correcta fertilización de cultivos, sin producir efectos perjudiciales sobre el entorno, es necesario realizar una aplicación agrícola equilibrada del bio - abono, tomando en cuenta las características del purín y suelo. A pesar de ser un excelente fertilizante, en exceso puede llegar a ser contaminante.

 - **Biogás:** El biogás se presenta como una fuente de energía sostenible, la cual debe ser manejada correctamente. El uso del biogás en la cocina ofrece beneficios como reducción en “problemas respiratorios y oculares, evita la contaminación al interior de la vivienda (para quienes utilizan madera), mejora la economía del hogar mediante el uso gratuito o barato de biogás, es ecológico ya que promueve un ambiente sano y limpio” (García, 2015) y, en última instancia, hace que la cocina sea fácil e higiénica. El uso del biogás para la iluminación, los calentadores de agua, la calefacción, los motores de combustión interna, etc., es posible, pero es necesario un trabajo adicional para desarrollar estas aplicaciones.

4.3. RESULTADO DEL DISEÑO DEL BIODIGESTOR TIPO TAIWÁN

- *Diseño del biodigestor*

En las Figuras 16, 17 y 18 se presentan al biodigestor tipo Taiwán en 2D, con su respectiva vista frontal, superior y perfil izquierdo correspondientemente. En las Figuras 19 y 20 se presentan las dimensiones del biodigestor en 3D de perfil izquierdo y con acercamiento. En cada figura se puede observar las medidas del biodigestor tipo Taiwán, proyectado para la granja porcícola objeto de este proyecto de titulación. Además, en el ANEXO 1, se encuentran adjuntos los planos arquitectónicos finales resultados del diseño del biodigestor, con sus dimensiones para las vistas: frontal, superior, lateral izquierda, lateral derecha y posterior.

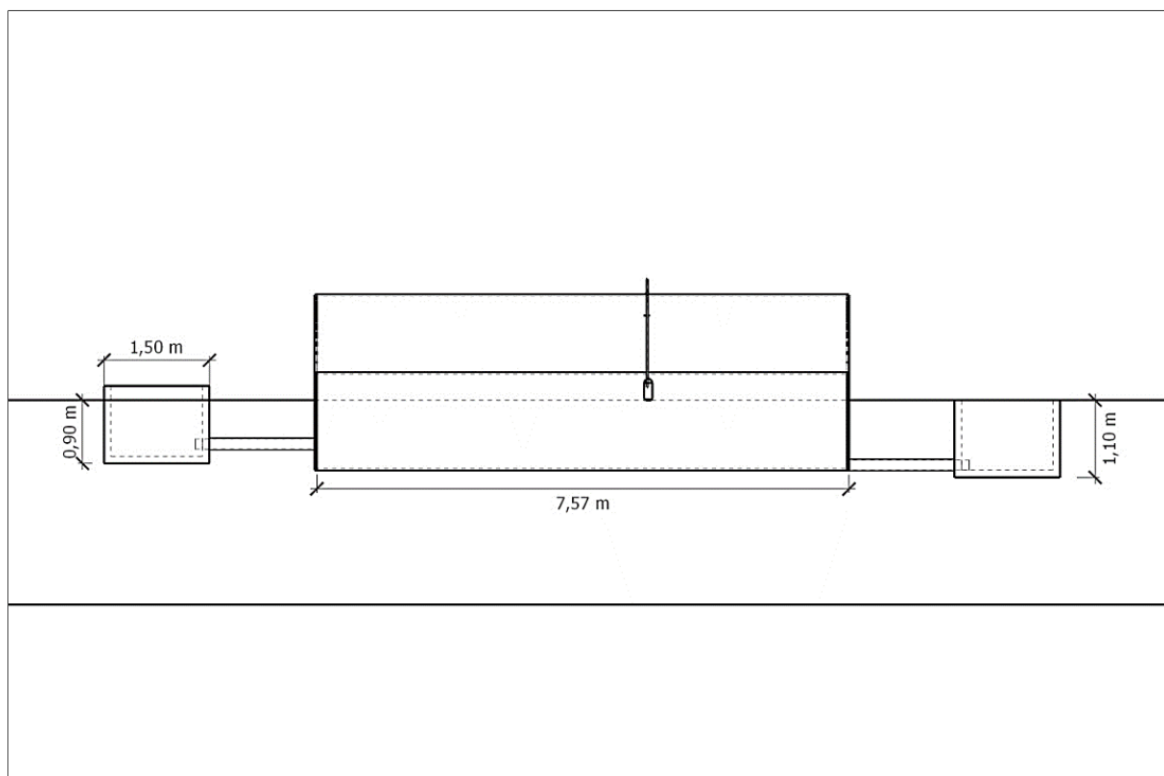


Figura 16. Biodigestor tipo Taiwán en 2D, vista frontal
Fuente: (Olmedo & Yáñez, 2022)

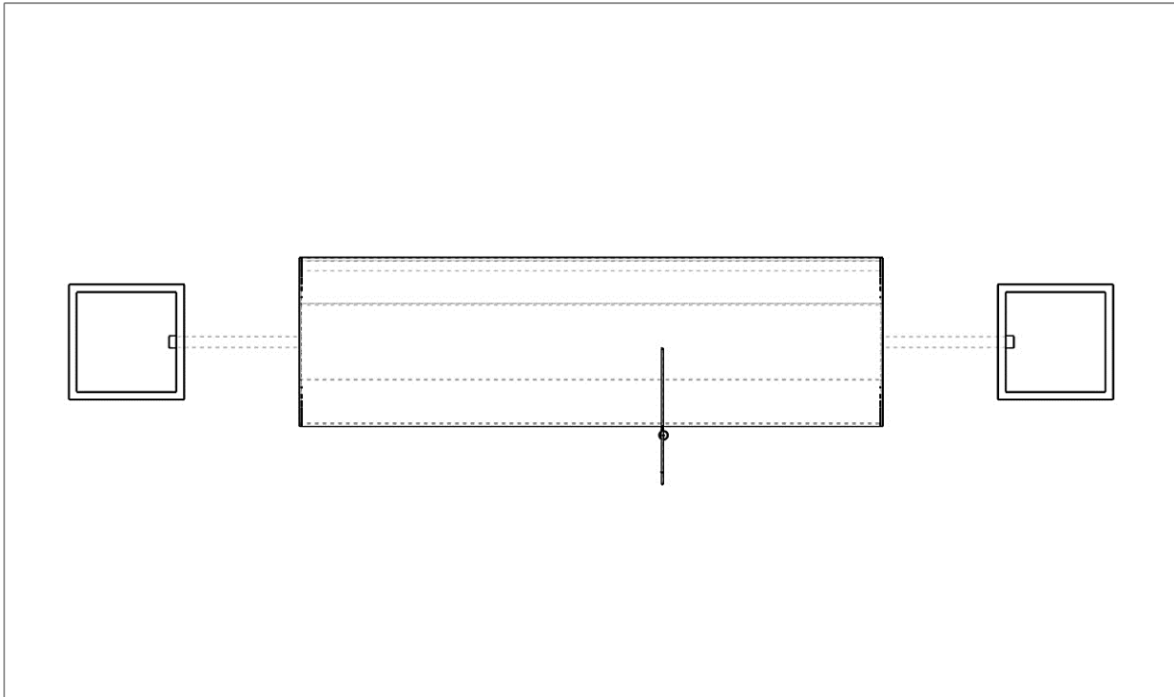


Figura 17. Biodigestor tipo Taiwán en 2D, vista superior
Fuente: (Olmedo & Yáñez, 2022)

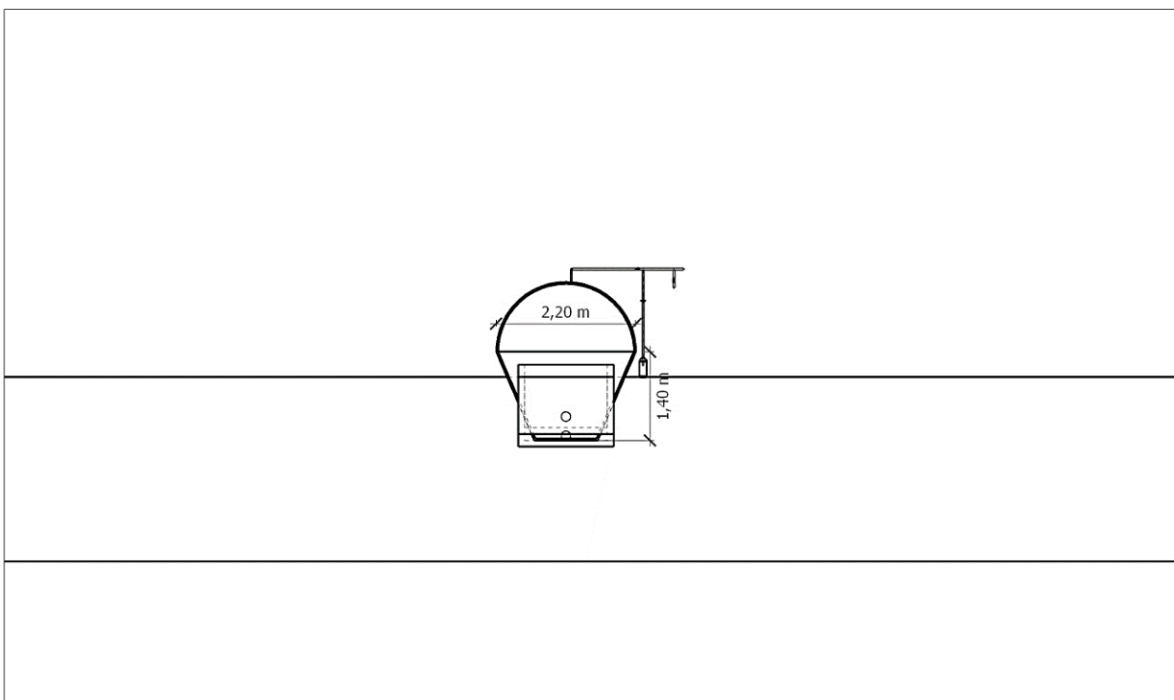


Figura 18. Biodigestor tipo Taiwán en 2D, vista del perfil izquierdo
Fuente: (Olmedo & Yáñez, 2022)

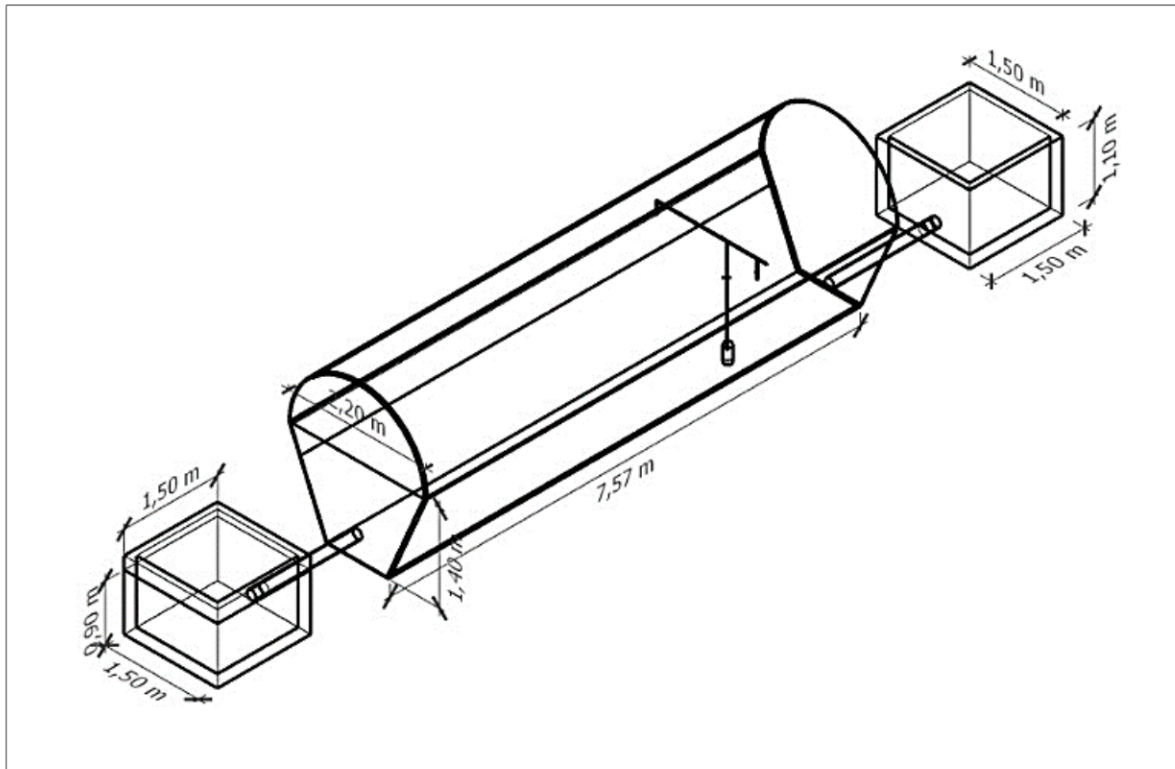


Figura 19. Biodigester tipo Taiwán en 3D, vista perfil izquierdo
Fuente: (Olmedo & Yáñez, 2022)

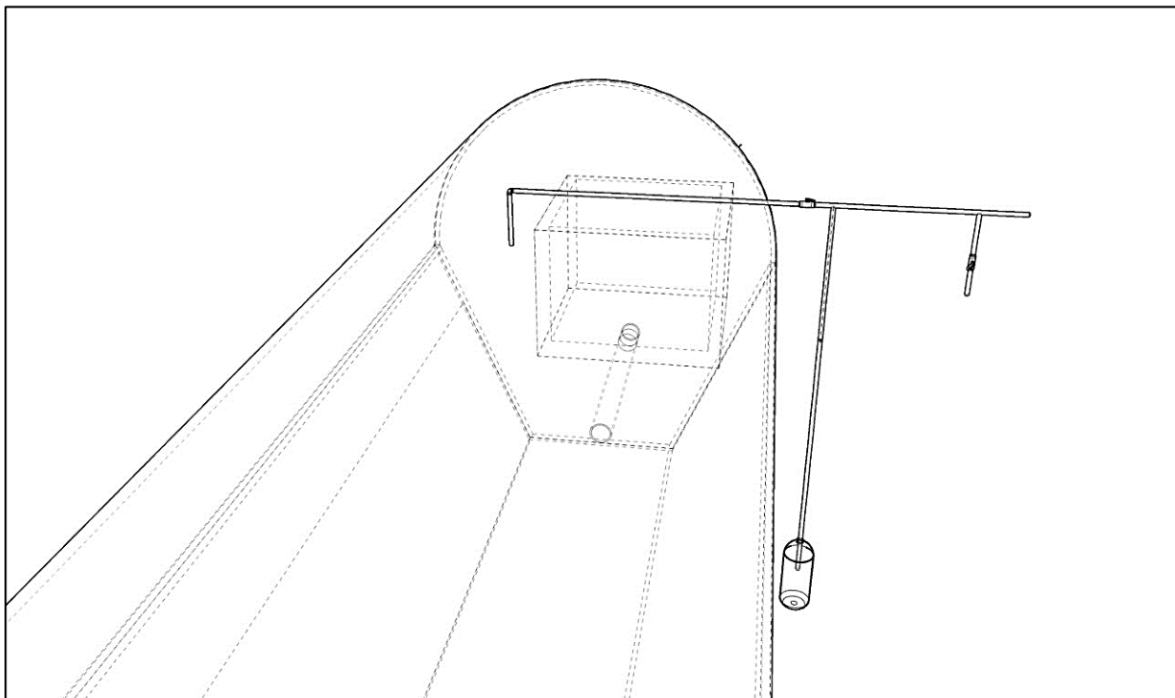


Figura 20. Biodigester tipo Taiwán en 3D, vista acercamiento perfil izquierdo
Fuente: (Olmedo & Yáñez, 2022)

A continuación, se presenta en la tabla 18 las características físicas del biodigestor.

Tabla 18.

Resumen del diseño del biodigestor

BIODIGESTOR TIPO TAIWÁN PARA GRANJA PORCINA				
CARGA DIARIA		0,867 m ³ /día		
CAMARA DE ENTRADA		2,25 m ³		
CAMARA DE SALIDA		2,25 m ³		
TIEMPO DE RETENCIÓN		25 días		
VOLUMEN TOTAL		28,868 m ³		
DIÁMETRO (m)	LONGITUD (m)	DIMENSIONES DE LA ZANJA		
		b(m)	p(m)	a(m)
2,2	7,6	1,3	1,4	1,1

Fuente: (Olmedo & Yáñez, 2022)

- **Instalación del biodigestor**

Para instalar el biodigestor, se empieza con la adecuación de la zanja, la misma que tiene las medidas adecuadas para el correcto funcionamiento del biodigestor. Las paredes y piso deben ser alisados para evitar daño al biodigestor, la cámara de entrada y salida están compuestos de concreto, bloque y tubería PVC de 6 pulgadas.

- *Tubería de carga y descarga de efluentes:* Se empleará tubos PVC de 6 pulgadas y de 1 metro para la cámara de entrada y salida de los efluentes. Se recomienda que el 80 % del tubo este dentro del biodigestor y el restante a plena vista. Los tubos se conectan a las cámaras por codos de 45 grados de 6 pulgadas.
- *Tuberías de conducción del biogás:* Se arma un sistema de acoples en la parte superior del biodigestor para facilitar la salida del biogás, se utilizará un adaptador macho y hembra de PVC de 1 ½ pulgada junto con una serie de empaques para evitar fugas de gas como se muestra en la Figura 21.

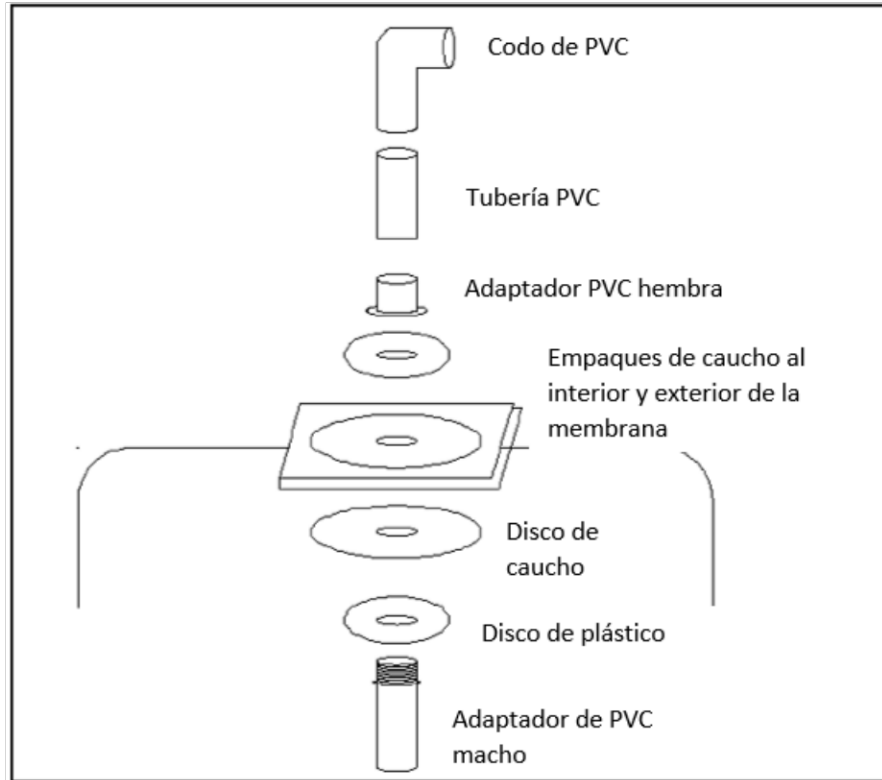


Figura 21. Tuberías de conducción del biogás

Fuente: (Olmedo & Yáñez, 2022)

- *Colocación de la bolsa en la fosa:* Con el tubo de salida del biogás se procede a colocar la bolsa en la fosa con sumo cuidado porque no debe quedar doblada ni retorcida para evitar daños al momento de llenar y que se aproveche el máximo espacio posible. Para facilitar la operación se recomienda en lo posible ingresar un poco de aire a la bolsa.
- *Primera válvula de control:* Se coloca una válvula a pocos centímetros del codo que está en el tubo de salida del biogás, este accesorio controla el flujo del gas y se usa en caso de requerir cambiar el agua de la botella a continuación.
- *Válvula de alivio:* Luego de la primera válvula de control se coloca una T con dirección de una de sus salidas hacia el suelo, se coloca un tramo de tubo de 15 a 20 cm de largo que se sumergen en la botella de 2 o 3 litros, el mismo que estará lleno de agua hasta la mitad de forma que cubra la

boca del tubo para evitar que se escape el gas. Su función es dar paso a que se libere el gas cuando haya un excedente dentro de la bolsa evitando una explosión.

- *Válvula para liberación de agua:* Se coloca en el punto más bajo de la línea de conducción, para evitar la acumulación de agua dentro de las tuberías y que exista una obstrucción del paso del biogás, con la ayuda de una T se logra expulsar el agua acumulada.
- *Primera carga al biodigestor:* Una vez la bolsa dentro de la fosa, se realiza un sello de agua el cual consiste en llenar con agua la mitad de la bolsa, procurando que el líquido cubra la boca de las tuberías de entrada y salida, evitando la salida de gas y la entrada de oxígeno al sistema.

- ***Caracterización del purín y efluente del biodigestor***

A continuación, en la tabla 20 se presenta una comparación de parámetros de la calidad del purín, afluente en el biodigestor, (columna 2) y del efluente del biodigestor (columna 3), con la finalidad de demostrar que es un bio abono líquido óptimo para utilizar en la fertilización de cultivos. Es importante señalar que, el trabajo de titulación fue realizado bajo metodología teórica, por lo que los valores señalados en la tabla 19 son de fuentes bibliográficas.

Tabla 19.

Calidad del purín afluente y efluente del biodigestor

CALIDAD DEL PURÍN AFLUENTE Y EFLUENTE DEL BIODIGESTOR		
Parámetro	Calidad del purín afluente	Calidad del purín efluente
Nitrógeno total	23 mg/L	70 mg/L
Fósforo total	60 mg/L	72 mg/L
Potasio	1 072 mg/L	13 600 mg/L
DQO	15 000 mg/L	3 000 mg/L (día 25)
DBO5	35 000 mg/L	50 000 mg/L (día 25)
Sólidos suspendidos totales	18 mg/L	0,22 mg/L (día 25)
Coliformes fecales	35 x 10 ⁵ UFC/ml	13 x 10 ⁵ UFC/ml (día 25)
pH	7,6	6,3
Olor	Perceptible	Ausencia

Fuente: (Bautista, 2016; Faith, 2010; Guerrero et al., 2011; Medina, 2020)

Es indispensable mencionar que, los valores de la tabla 19 pueden variar en función de las características del purín, biodigestor y tiempo de digestión en el reactor, principalmente. Lo importante es analizar la tendencia de los parámetros dado cierto tiempo de digestión anaerobia. Con relación a los nutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio) se puede observar que aumentaron su concentración, esto puede ser debido a que en el afluente existía un alto contenido de estos elementos y una lenta asimilación durante la digestión, además del proceso de transformación de nutrientes a una forma directamente asimilable por las plantas en el cual pueden llegar a aumentar hasta en un 50 % (Faith, 2010). Si se utiliza el abono orgánico líquido como se recomienda en el numeral 4.2 este puede llegar a ser una fuente óptima de fertilización por los micronutrientes dependiendo del suelo y cultivo. Los valores de DQO y DBO₅, disminuyen y aumentan, correspondientemente, durante los 25 días del proceso en el reactor anaerobio. La DQO disminuye en un 75 % dada la degradación de la materia, pudiendo llegar a una disminución notable para un mayor tiempo de retención; asimismo, la DBO₅ aumenta conforme aumentan las poblaciones de microorganismos presentes en el biodigestor. Con respecto a la cantidad de unidades formadoras de colonias, estas disminuyen durante los primeros 25 días, evidenciando la disminución de la carga contaminante con el proceso.

- **Costos de materiales**

Para llevar a cabo la implementación del biodigestor se requieren los materiales descritos en la tabla 20, los mismo que adicionando la mano de obra representen el costo total del biodigestor de USD 400,35 que en comparación con otros procesos para el tratamiento de purines resulta factible y de bajo costo para granjas porcinas de pequeña y mediana escala.

Tabla 20.
Costos de materiales

MATERIAL	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (USD)	COSTO TOTAL (USD)
Bolsa Plástica De Polietileno PVC 1000 µm, 2,2 m y 8 m	8	16,80	134,40
Tubo De PVC 6"	1	23,50	23,50

Codos De PVC ½"	2	0,65	1,30
Adaptador Hembra de PVC ½"	1	0,65	0,65
Adaptador Macho de PVC ½"	1	0,60	0,60
Tubo PVC ½"	2	6,50	13,00
Llave De Paso De PVC ½"	3	1,75	5,25
T de PVC ½"	3	0,75	2,25
Plástico Para Recubierta De La Zanja 1,50 m x 8 m	1	1,40	11,20
Codos de 6" 45°	2	0,70	1,40
Baldes	2		
Cinta De Teflón	1	1,40	1,40
Ligas y Empaques			
Botella plástica			
Bloques Macizos	40	0,22	8,80
Sacos De Cemento	2	8,30	16,60
Arena Fina	1 metro cúbico		
Mano de obra (3 días)	2	30	180
		TOTAL	400,35

Fuente: (Olmedo & Yáñez, 2022)

4.4 CAPACITACIÓN AL PERSONAL DE LA GRANJA

TEMA: Manejo correcto del biodigestor.

OBJETIVO: Capacitar al personal de la granja sobre el uso del biodigestor, agua y suelo.

DESCRIPCIÓN:

- **Responsable:** Joel Yáñez
- **Dirigido a:** Dueños de la granja (3 personas)
- **Duración:** 2 horas
- **Costo:** USD 30
- **Contenido:**

El proceso de apropiación de una tecnología inicia cuando el usuario ha tomado la decisión de adquirirla. La capacitación es parte de este proceso. Se debe considerar que los biodigestores son un equipamiento que opera con material vivo

y como tal deben tratarlo. Como todo proceso vivo (en este caso con microorganismos), cualquier cambio en su proceso tiene consecuencias que tardan un cierto tiempo en aparecer. Es un equipamiento que requiere atención diaria.

Al ser este un proyecto familiar, la capacitación fue dirigida a los miembros de ella y se incluyeron cuatro aspectos:

- (1) el arranque y operación del biodigestor,
- (2) utilización del biofertilizante
- (3) el uso del biogás en el hogar y
- (4) correcto uso del agua.

Para ello se partió de conceptos básicos como son:

- **Biodigestor:** Es un reactor cerrado herméticamente, en donde se realiza la digestión sin oxígeno de la materia orgánica y la generación de biogás, mismo que es captado y almacenado en este contenedor.
- **Biogás:** El biogás es un combustible, “resultado de la digestión de la materia orgánica en condiciones anaerobias, a través de procesos de fermentación enzimática y bacteriana en diferentes etapas” (Apolo, 2019).

(1) Arranque y operación del biodigestor: Se explicó los requerimientos para operar un biodigestor, como son el acceso al agua y a suficiente estiércol. Además de tomar en consideración, la ubicación correcta del reactor, en las cercanías de una fuente de agua y al hogar para el uso del biogás.

- *Beneficios del biodigestor:* El biodigestor funciona como un tratamiento primario para desechos orgánicos, a partir del cual se genera un biofertilizante que reemplaza a la fertilización química, se genera biogás

aprovechable como gas de cocina y se disminuye la contaminación ambiental.

(2) Uso del biofertilizante: Es uno de los productos secundarios del biodigestor. Es un biofertilizante rico en nutrientes que, en comparación con el producto inicial como el estiércol, no posee patógenos y parásitos activos y existe una disminución de malos olores. La aplicación de este sustrato en los cultivos promueve la generación de humus. En suelos que se han tornado arcillosos o arenosos producto de las actividades dentro de la granja, la aplicación del biofertilizante ofrece una recuperación del suelo e incremento de nutrientes. Las plantas abonadas con este efluente presentan una mayor capacidad de resistencia a los ataques de plagas.

(3) Uso del biogás: Es otro de los productos que se obtienen del biodigestor. El biogás generado puede ser usado para una variedad de actividades tales como: sustituto al uso de los cilindros de gas de GLP doméstico para la cocción de alimentos, en caso de implementar una unidad de crías de cerdos o aves el biogás se puede usar para la calefacción. Para aprovechar el biogás dentro de las diversas actividades en las cuales puede ser empleado se debe hacer una instalación correspondiente al uso que se desee.

(4) Correcto uso del agua: El agua es recurso de mayor uso dentro de las actividades de la granja, por lo tanto, para el consumo humano procurar revisar el estado de las vertientes o tomas de agua para evitar intoxicación de cualquier tipo. Para la limpieza no hace falta que sea potable, pero si limpia, realizar inspecciones periódicas a las líneas de conducción del agua con la finalidad de revisar fugas y reparar en caso de existir, evitando el desperdicio y estancamiento del recurso.

- **Verificación:** Evidencia fotográfica, mostrada en las siguientes figuras (Figuras 22, 23 y 24); además se entregó un tríptico con información básica y técnica (Ver Anexo 2).



Figura 22. Capacitación personal de la granja 1
Fuente: (Olmedo & Yáñez, 2022)



Figura 23. Capacitación personal de la granja 2
Fuente: (Olmedo & Yáñez, 2022)



Figura 24. Capacitación personal de la granja 3
Fuente: (Olmedo & Yáñez, 2022)

4.5 FICHA AMBIENTAL

4.5.1. REGISTRO DE LA ACTIVIDAD DE LA GRANJA ANTE EL SUIA

- **Resumen de la información ingresada en el Sistema Único de Información Ambiental (SUIA)**

La granja porcina requiere de un registro ambiental por lo que se presentó al SUIA la información de la tabla 21 y Figura 25:

Tabla 21.

Resumen del proyecto

	DETALLE
Objetivo	El proyecto en cuestión tiene como finalidad abastecer a la población de Santo Domingo de los Tsáchilas de unidades porcinas para consumo obteniendo un rédito económico.
Alcance	Se enfoca en la población urbana de la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas.
¿De qué trata el proyecto?	Es una granja de crianza de unidades porcinas, los lechones son comprados directamente a terceros y son llevados a las instalaciones de la granja donde serán criados hasta estar listo para su venta.
Fecha de inicio de operaciones	27/03/2018
Insumos utilizados	Balanceado para cerdos Palas para limpieza Escobas para limpieza Carretilla Mangueras Balde
Residuos generados	Purín orgánico producto de las excretas producidas
Recursos utilizados	Agua Potable Energía eléctrica Personal de apoyo (1 trabajador)
Emisiones generadas	Gas metano CH ₄ debido a la digestión anaerobia de las excretas
Descargas	Aguas negras producto de los procesos de la limpieza de los purines en las chancheras
Estado de la actividad	En funcionamiento

Fuente: (Olmedo & Yáñez, 2022)

RESUMEN DE LA INFORMACIÓN INGRESADA EN EL SISTEMA ÚNICO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL			
CÓDIGO: MAAE-RA-2020-369620			
FECHA DE REGISTRO: 05 de octubre de 2020			
SUPERFICIE: 0.16960			
OPERADOR: HARO ALVARADO DANIEL MESIAS			
ENTE RESPONSABLE: GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS			
NOMBRE DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD: Granja Porcícola Daniel Haro			
RESUMEN DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD: Operación de una granja porcina para cría de cerdos mayores a 200 unidades porcinas adultas (UPOA)			
SU TRÁMITE CORRESPONDE A UN(A): Registro Ambiental			
EL IMPACTO DE SU ACTIVIDAD: Impacto BAJO			
ACTIVIDADES			
Actividad principal CIU	Cría y reproducción de cerdos.	Opción seleccionada	Producción porcícola mayor a 20 unidades y menor o igual a 1500 unidades.
Actividad complementaria	Operador no ha seleccionado las actividades complementarias		
MAGNITUD DE LA ACTIVIDAD			
Por consumo / ingresos	Consumo y/o captación de agua.	Rango	4 - 24
Por dimensionamiento	Número de individuos (porcinos)	Rango	200 - 2000
Por capacidad	Tratamiento de desechos no peligrosos	Rango	0 - 10
UBICACIÓN GEOGRÁFICA			
Tipo de zona: Rural			
	PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA
	SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS	SANTO DOMINGO	SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS

Figura 25. Reporte de la información ingresada en el Sistema Único de Información Ambiental (SUIA) de la finca Haro
Fuente: Ministerio del Ambiente y Agua (2020)

- **Verificación de cumplimiento de la normativa ambiental vigente**

La tabla 22, presenta el grado de cumplimiento con la normativa ambiental.

Tabla 22.*Verificación de cumplimiento de la normativa ambiental vigente.*

No.	Marco Legal	Normativa	Actividades Realizadas por el Operador y Medio de Verificación	Cumple	No Cumple
1	Código Orgánico del Ambiente	<p>181. De los Planes de Manejo Ambiental.- El plan de manejo ambiental será el instrumento de cumplimiento obligatorio para el operador, el mismo que comprende varios subplanes, en función de las características del proyecto, obra o actividad. La finalidad del plan de manejo será establecer en detalle y orden cronológico, las acciones cuya ejecución se requiera para prevenir, evitar, controlar, mitigar, corregir, compensar, restaurar y reparar, según corresponda. Además, contendrá los programas, presupuestos, personas responsables de la ejecución, medios de verificación, cronograma y otros que determine la normativa secundaria.</p>	No posee Plan de Manejo Ambiental		X
2	Código Orgánico del Ambiente	<p>Art. 225.- Políticas generales de la gestión integral de los residuos y desechos. Serán de obligatorio cumplimiento, tanto para las instituciones del Estado, en sus distintos niveles y formas de gobierno, regímenes especiales, así como para las personas naturales o jurídicas, las siguientes políticas generales: 1. El manejo integral de residuos y desechos, considerando prioritariamente la eliminación o disposición final más próxima a la fuente; 2. La responsabilidad extendida del productor o importador; 3. La minimización de riesgos sanitarios y ambientales, así como fitosanitarios y zoonosológicos; 4. El fortalecimiento de la educación y cultura ambiental, la participación ciudadana y una mayor conciencia en relación al manejo de los residuos y desechos; 5. El fomento al desarrollo del aprovechamiento y valorización de los residuos y desechos, considerándolos un bien económico con finalidad social, mediante el establecimiento de</p>	Se encuentra en proceso de gestión de los desechos generados en el antiguo sitio de almacenamiento y disposición de los residuos		X

		<p>herramientas y mecanismos de aplicación; 6. El fomento de la investigación, desarrollo y uso de las mejores tecnologías disponibles que minimicen los impactos al ambiente y la salud humana; 7. El estímulo a la aplicación de buenas prácticas ambientales, de acuerdo con los avances de la ciencia y la tecnología, en todas las fases de la gestión integral de los residuos o desechos; 8. La aplicación del principio de responsabilidad compartida, que incluye la internalización de costos, derecho a la información e inclusión económica y social, con reconocimientos a través de incentivos, en los casos que aplique; 9. El fomento al establecimiento de estándares para el manejo de residuos y desechos en la generación, almacenamiento temporal, recolección, transporte, aprovechamiento, tratamiento y disposición final; 10. La sistematización y difusión del conocimiento e información, relacionados con los residuos y desechos entre todos los sectores; 11. La jerarquización en la gestión de residuos y desechos; y, 12. Otras que determine la Autoridad Ambiental Nacional.</p>			
3	Código Orgánico del Ambiente	<p>Art. 231.- Obligaciones y responsabilidades. Serán responsables de la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos a nivel nacional, los siguientes actores públicos y privados: 3. Los generadores de residuos, en base al principio de jerarquización, priorizarán la prevención y minimización de la generación de residuos sólidos no peligrosos, así como el adecuado manejo que incluye la separación, clasificación, reciclaje y almacenamiento temporal; en base a los lineamientos establecidos en la política nacional y normas técnicas.</p>	<p>Tras la asesoría técnica adecuada la actividad cuenta con un sistema provisional de manejo de los nuevos desechos que se producen en la granja</p>	X	
4	Reglamento al Código Orgánico	<p>Art. 428.- Registro ambiental. - La Autoridad Ambiental Competente, a través del Sistema Único de Información Ambiental, otorgará la autorización administrativa</p>	<p>Se encuentra en proceso de obtención del registro</p>		X

	del Ambiente	ambiental para obras, proyectos o actividades con bajo impacto ambiental, denominada Registro Ambiental. Para la obtención del registro ambiental no es obligatoria la contratación de un consultor ambiental individual o empresa consultora calificada.			
--	--------------	---	--	--	--

Fuente: (Olmedo & Yáñez, 2022)

4.5.2. FICHA AMBIENTAL

La ficha ambiental elaborada en el presente proyecto de titulación contiene el Plan de Manejo Ambiental que permitió, tanto la regularización ante la autoridad de control ambiental, así como mejorar la gestión de las excretas porcinas y jerarquizar la mitigación de impactos al ambiente, problemática de la granja en cuento a la gestión de las excretas (Ver Anexo 3).

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Con el levantamiento de la línea base de la granja porcina “Daniel Haro”, se logró determinar los impactos ambientales negativos de la actividad, tales como: contaminación al recurso agua, deterioro del suelo, generación de residuos y contaminación al aire, este último por los olores desagradables, producto de la descomposición de las excretas porcinas mal gestionadas.
- La aplicación del proceso de degradación anaerobia en digestores tubulares, de bajo costo, como los tipos TAIWAN, es una tecnología amigable con el ambiente que permite tratar los desechos porcinos generados dentro de los procesos de una granja, obtener biofertilizante rico en nutrientes con la capacidad de sustituir los fertilizantes químicos comerciales y biogás, el cual puede ser aprovechado en diferentes actividades tomando el lugar de los combustibles fósiles como el GLP.
- En la granja porcina “Daniel Haro” se tiene una producción diaria de estiércol de 173,208 kg/día generado por 60 cerdos de 15 y 22 semanas. A partir de los cálculos correspondientes se tiene que, la carga diaria al biodigestor es de 0,867 m³/día y tomando en consideración el tiempo de retención de 25 días se obtiene una producción de biogás de 8,66 m³/día. Las dimensiones del biodigestor para cubrir dicha capacidad son de: cámara de entrada y salida 2,25 m³, volumen total de 28,867 m³, diámetro 2,2 m, longitud 7,6 m y dimensiones de la zanja ancho 1,3 m, altura 1,4 m y espesor correspondiente al enlucido esta aproximadamente entre 1 a 2 cm. En relación con la cantidad de cerdos por corral, se considera que, el espacio dispuesto para ellos es el óptimo durante las primeras 15 semanas; a medida que crecen el número de cerdos por corral disminuye.

- Se concluye que, la falta de conocimiento en el manejo de residuos porcinos, en procedimientos para aprovecharlos y disponerlos, es una de las razones por las que existe un uso inadecuado de los recursos dentro de las instalaciones y diversos procesos productivos realizados en la granja porcícola. Es por esta razón, que se consideró conveniente y oportuno capacitar al personal encargado con el fin de mejorar sus condiciones sociales, económicas y ambientales a partir de la implementación de un biodigestor, conocer su funcionamiento, manejo y beneficios. Se considera además que, todos estos conocimientos adquiridos, los trabajadores y dueños de otras granjas porcícolas o dedicadas a otra actividad vinculada a la misma pueden transmitirla a quien lo necesite.
- Dentro de la ficha ambiental se encuentran los planes de manejo ambiental, en los cuales se toma varios aspectos ambientales y las medidas a tomar para mitigar y/o disminuir cualquier impacto negativo que se genera dentro de la granja porcina. A continuación se mencionan los planes señalados en el Anexo 3: *Subplan de prevención y mitigación de impactos* (almacenamiento de sustancias químicas, uso o demanda de áreas de ecosistemas, uso de energía, agua, emisiones de gases de efecto invernadero, olores, etc), *subplan de contingencia* (eventos naturales, incendios, derrames, fugas, generación de explosiones, mapa de evacuación, etc), *subplan de capacitación* (oferta y demanda laboral, gestión de residuos, uso de recursos, etc), *subplan de manejo de residuos y desechos* (gestión de residuos y desechos peligrosos y no peligrosos), *subplan de rehabilitación de áreas afectadas* (afectaciones al ambiente, uso y demanda del ecosistema), *subplan de monitoreo y seguimiento* (generación de descargas líquidas, monitoreo y seguimiento de cumplimiento, plan de manejo ambiental, etc) y *subplan de cierre y abandono*.

5.2. RECOMENDACIONES

- Realizar un análisis de la composición de las excretas de la granja previamente a la implementación del biodigestor para optimizar el funcionamiento del mismo y consecuentemente incrementar su grado de confiabilidad.
- A pesar de que el bioabono generado es una alternativa para la recuperación de suelos y reemplazo de los fertilizantes se recomienda no sobrecargar áreas específicas de suelo con el abono orgánico debido a que un excedente puede provocar efectos adversos tanto en el suelo como en la vegetación.
- La implementación del biodigestor en el presente proyecto, está orientada a productores pequeños de escasos recursos, por lo que en caso de expansión de la producción porcina se recomienda a los beneficiarios buscar un sistema alternativo de tratamiento primario (como las lagunas de estabilización o la elaboración de un segundo biodigestor) de las excretas, acordes a las nuevas necesidades de la granja y de la reglamentación vigente.
- Con la finalidad de garantizar la calidad de la producción porcícola salvaguardando el entorno del establecimiento, los encargados de la granja en cuestión deberían recibir capacitación continua en cuanto al tema de buenas prácticas porcícolas-ambientales.
- Para evitar y/o disminuir los impactos generados al medio ambiente por un incorrecto manejo, la Autoridad Ambiental Competente debe realizar campañas de concientización a las granjas que se dedican a actividades agrícolas de pequeña y mediana escala.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apolo, G. (2019). *Diseño y emplazamiento de un biodigestor para el aprovechamiento de biogás en la granja de explotación porcina "Mis tres Marías Arenillas – El Oro - Ecuador"*. [Universidad Politécnica Salesiana] <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16989/1/UPS-CT008164.pdf>
- ASPE. (2010). *Primer censo porcino / 2010*. Asociación de poricultores del Ecuador. <https://www.aspe.org.ec/index.php/informacion/estadisticas/censo>
- ASPE. (2016). *Estadísticas porcícolas 2016*. Asociación de poricultores del Ecuador. <https://www.aspe.org.ec/index.php/informacion/12-estadisticas/59-estadisticas-porcicolas-2016>
- ASPE. (2018). *Informativo ASPE mayo-junio 2018*. https://www.aspe.org.ec/images/aspe/boletines/Boletin_Junio_2018.pdf
- Bahamonde, F. (2012). *Circovirus subclínica: interés de la vacunación*. <http://francisco47.wordpress.com/category/patologia/digestiva/>
- Bautista, V. (2016). *Evaluación de la generación de biogás a partir de excretas porcinas en la granja agroinporc y diseño de un biodigestor*. [Escuela Politécnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/16514/1/CD-7185.pdf>
- BMeditores. (2020). *Gestión de residuos de granjas porcinas*. <https://bmeditores.mx/porcicultura/gestion-de-residuos-de-granjas-porcinas/>
- Bochatay, A. (2020). *Biodigestores de tipo Taiwán o bolsa para granjas de ganado porcino y bovino*. [Universidad Tecnológica Nacional]. <https://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/4462/2020.06.12.Pf.Bochatay.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Bolagay, M. (2019). *Estudio de prefactibilidad para la implementación de una granja*

porcícola semi-intensiva para la crianza de cerdos de engorde. [Universidad Central del Ecuador].
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/19888/1/T-UCE-0004-CAG-163.pdf>

Bowen, K., & Figueroa, W. (2018). *Diseño de estrategias para gestión operativa para granja porcina en la región litoral.* [Universidad de Guayaquil].
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/28011/1/DISE%c3%91O%20DE%20ESTRATEGIAS%20PARA%20GESTION%20OPERATIVA%20PARA%20GRANJA%20PORCINA%20EN%20LA%20REGION%20LITORAL%20DEL%20ECUADOR.pdf>

Bravo, E (2017). *Mejora de procesos y optimización de la producción porcícola en la granja de la universidad de las américas.* [Universidad de las Américas].
<https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/7436/1/UDLA-EC-TIAG-2017-05.pdf>

Brunori, J., Crespo, D., & Lomello, V. (2012). *Buenas Prácticas Pecuarias (BPP) para la producción y comercialización porcina familiar.* In Onu - Fao.
https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_porcinos_pres_capi.pdf

Calza, L., Nogueira, C., Siqueira, J., & Santos, R. (2015). *Evaluación de los costos de implementación de biodigestores y la energía producida por biogás.*
<http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v35n6p990-997/2015>

Campabadal, C. (2009). *Guía técnica para alimentación de cerdos.*
<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/L02-7847.PDF>

Castellanos, E. (2012). *Diseño óptimo de una granja porcina.* *Instalacionesporcinas.com*, 1-30.
<http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Diseno%20optimo%20de%20una%20granja%20porcina.pdf>

Cepero, L., Savran, V., Blanco, D., Diaz, M., Suarez, J., & Palacios, A. (2012).

Producción de biogás y bioabonos a partir de efluentes de biodigestores. *Pastos y forrajes*, 35 (2), 219-226. <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v35n2/pyf09212.pdf>

Chávez, J., & Velasco, O. (2015). *Modelación, implementación y automatización de una microplanta de biogás a partir de biomasa residual*. [Universidad de las Fuerzas Armadas]. <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/10419>

Coronel, S. (2014). *Obtención de biol a partir de estiércol de ganado porcino y vacuno producido en la finca Bella María, cantón Quito, sector Nanegalito km 34*. [Universidad Internacional SEK]. <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/1195/1/PROYECTO%20FIN%20DE%20CARRERA%20STEFANY%20CORONEL.pdf>

De la Merced, J. (2012). *Evaluación de los parámetros de un biodigestor anaerobio tipo continuo*. [Universidad de Veracruzana]. <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/31560/delamercedjimenezdiego.pdf;jsessionid=44546A114B42FEA8B4217BDEE0953684?sequence=1>

Decreto Ejecutivo 3516 de 2017 [Ministerio de Ambiente]. Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente. 29-mar.-2017

Decreto Ejecutivo 752 de 2019 [Ministerio de Ambiente, Agua y Transición ecológica]. Reglamento al Código Orgánico del Ambiente (RCOA). 12-jun-2019

Decreto Legislativo 0 de 2008 [Asamblea Nacional del Ecuador]. Constitución de la República del Ecuador. 20-oct.2008

DeRouche, J. (2014). *Sistema digestivo del cerdo: Anatomía y funciones*. <http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Sistema%20digestivo%20del%20cerdo%20anatomia%20y%20funciones.pdf>

Domínguez, G., Galindo, A., Salazar, G, Barrera, G., & Sánchez, F. (2014). *Las excretas porcinas como materia prima para procesos de reciclaje utilizados en*

actividades agropecuarias. Tepatitlán de Morelos: INIFAP.
<https://docplayer.es/13168254-Las-excretas-porcinas-como-materia-prima-para-procesos-de-reciclaje-utilizados-en-actividades-agropecuarias.html>

ESPAC. (2017). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua.*
https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2017/Informe_Ejecutivo_ESPAC_2017.pdf

Faith, M. (2010). Evaluación de la calidad química y microbiológica del efluente de dos biodigestores a escala en el itcr para su utilización como bioabono en ensayos de invernadero. [Instituto tecnológico de Costa Rica].
https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/2876/Informe_final.pdf?sequence=1&isAllowed=y

FAO. (2011). *Agronoticias: Actualidad agropecuaria de América latina y el caribe.*
<http://www.fao.org/in-action/agronoticias/detail/es/c/508479/>

Fernández, J., Gutiérrez, F., Del Rio, P., San Miguel, G., Bahillo, A., Sánchez, J., Ballesteros, M., Vázquez, J., Rodríguez, L., & Aracil, J. (2015). *Tecnologías para el uso y transformación de biomasa energética.*
<https://www.paraninfo.es/catalogo/9788484766742/tecnologias-para-el-uso-y-transformacion-de-biomasa-energetica>

Fernández, M., Rodríguez, D., García, I., Santana, M., & Córdova, V. (2015). Comportamiento de la contaminación orgánica de la bahía de Santiago de Cuba. [Universidad de Oriente]
<https://www.redalyc.org/pdf/1813/181338814003.pdf>

Flotats, X., Campos, E., Palatsi, J., & Bonmatí, A. (2001). Digestión anaerobia de purines de cerdo y codigestión con residuos de la industria alimentaria. *Monografías de actualidad*, 51-65.
https://www.researchgate.net/publication/42251608_Digestion_anaerobia_de_

purines_de_cerdo_y_codigestion_con_residuos_de_la_industria_alimentaria/links/0c9605300af1e2e940000000/download

Forget, A. (2011). Manual de diseño y de difusión de biodigestores familiares, con enfoque en biodigestores tubulares. 1–83. <http://www.astridforget.com/wp-content/uploads/2015/01/Manual-t%C3%A9cnico-y-difusi%C3%B3n-AF-biodigestores-VF-110617.pdf>

GADP Santo Domingo de los Tsáchilas. (2017). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de Santo Domingo de los Tsáchilas*.

García, R., Alamo, M., & Marcelo, M. (2017). Diseño de un biodigestor tubular para zonas rurales de la región Piura. *XXIV Simposio Peruano de Energía Solar y del Ambiente*, XXIV, 13-17. http://www.perusolar.org/wp-content/uploads/2017/12/Garcia-Rafael_biodigestor.pdf

García, C. (2015). *Estudio del Comportamiento del Tratamiento Anaerobio de Fangos ante Modificaciones del pH*. [Universidad Politécnica de Valencia] <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/50162/PFC%20-%20Garc%C3%ADa-Caro%20Andreu%2C%20L..pdf>

Garzón, M., & Buelna, G. (2014). Caracterización de aguas residuales porcinas y su tratamiento por diferentes procesos en México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 30(1), 65-79. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992014000100006&lng=es&tlng=es.

Guerrero, C., Inga, E., & Samaniego, F. (2011). Optimización de un biodigestor en la depuración de agua residual con estiércol de ganado bovino. [Universidad Politécnica Salesiana SEDE Cuenca]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1215/14/UPS-CT002194.pdf>

Herrero, J. (2015). *Biodigestores familiares: Guía de diseño y manual de instalación*.

https://www.researchgate.net/publication/282156621_Biodigestores_familiares_Guia_de_diseno_y_manual_de_instalacion_2008

INAMHI. (2017). *Anuario Meteorológico Nro. 53-2013*. Quito: INAMHI.
<http://www.fonag.org.ec/web/wp-content/uploads/2018/06/Anuario-Meteorolo%CC%81gico-2017.pdf>

INEC. (2018). *Instituto Nacional de Estadística y Censos*. Obtenido de
<http://www.ecuadorencifras.gob.ec/resultados/>

Ley 0 de 2017 [Ministerio de Ambiente, Agua y Transición ecológica]. Código Orgánico del Ambiente (COA). 12-abr-2017

Lorenzo, Y., & Obaya, A. (2005). La digestión anaerobia. Aspectos teóricos. Parte 1. *Redalyc*, XXIX (1), 35-48.
https://www.researchgate.net/publication/237030002_La_digestion_anaerobia_Aspectos_teoricos_Parte_I

Maisonave, R., Fabrizzio, I., & García. (2016). *Buenas Prácticas de Manejo y Utilización de Efluentes Porcinos*.
https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/porcinos/informacion_interes/_archivos//000000_Buenas%20Pr%C3%A1cticas%20de%20Manejo%20y%20Utilizaci%C3%B3n%20de%20Efluentes%20Porcinos.pdf

Medina, M. (2020). Análisis del manejo de efluentes porcinos en Ecuador, su biodigestión y gestión ambiental sustentable. [Universidad Central del Ecuador, FIGEMPA]

Moreta, L. (2013). Diseño de un biodigestor de estiércol porcino para una granja agrícola ubicada en el barrio La Morita, parroquia de Tumbaco. [Universidad Internacional SEK].
<https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/707/1/DISE%C3%91O%20DE%20UN%20BIODIGESTOR%20DE%20ESTI%C3%89RCOL%20PORCI>

NO%20PARA%20UNA%20GRANJA%20AGR%C3%8DCOLA%20UBICADA
%20EN%20EL%20BARRIO%20LA%20MORITA%2C%20PARROQUIA%20D
E%20TUMBA~1.pdf

Muñoz, I., Suarez, S., Larrea, A., & Poma, J. (2020). Diagnóstico de la producción, comercialización y consumo de producción porcinos en el cantón Sacha, Orellana. *Polo del Conocimiento*, 5 (04), 1-30.
<https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/download/1364/2464>

Ninabanda, J. (2012). *Alternativas de manejo de las excretas porcinas*. [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].
<http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/2109/1/17T1107.pdf>

Olaya, Y. (2009). *Fundamentos para el diseño de biodigestores*. [Universidad Nacional de Colombia sede Palmira].
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/10762/luisoctaviogonzalezsalcedo.20121.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Orralla, R. (2021). *Calidad de abonos orgánicos (compost) a partir del estiércol porcino y su efecto en el desarrollo radicular en el maíz emblema (Zea mays) en Santa Elena*. [Universidad Estatal Península de Santa Elena].
<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6324/1/UPSE-TIA-2021-0061.pdf>

Parra, P. (2017). *Estudio de impacto ambiental ex-post de la granja porcina “Los Ángeles”, ubicado en la vía monterrey km 15 del cantón la Concordia, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas*. [Escuela Politécnica Superior de Chimborazo].
<http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/7911/1/236T0310.pdf>

Parra, R. (2015). Digestión anaeróbica: mecanismos biotecnológicos en el tratamiento de aguas residuales y su aplicación en la industria alimentaria. *P+L*, 10 (2), 142-159.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552015000200014

Resolución No. 20 de 2016 [Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca MAGAP]. Guía de buenas prácticas porcícolas. 02 – feb – 2016.
<https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC165857>

Resolución No. 217 de 2012 [Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca MAGAP]. Guía de buenas prácticas porcícolas. 08 – feb – 2012.
<https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2022/02/pecu2.pdf>

Rivas, O., Faith, M., & Guillén, R. (2010). Biodigestores: factores químicos, físicos y biológicos relacionados con su productividad. *Tecnología en marcha*, 23 (1), 39-46. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4835857.pdf>

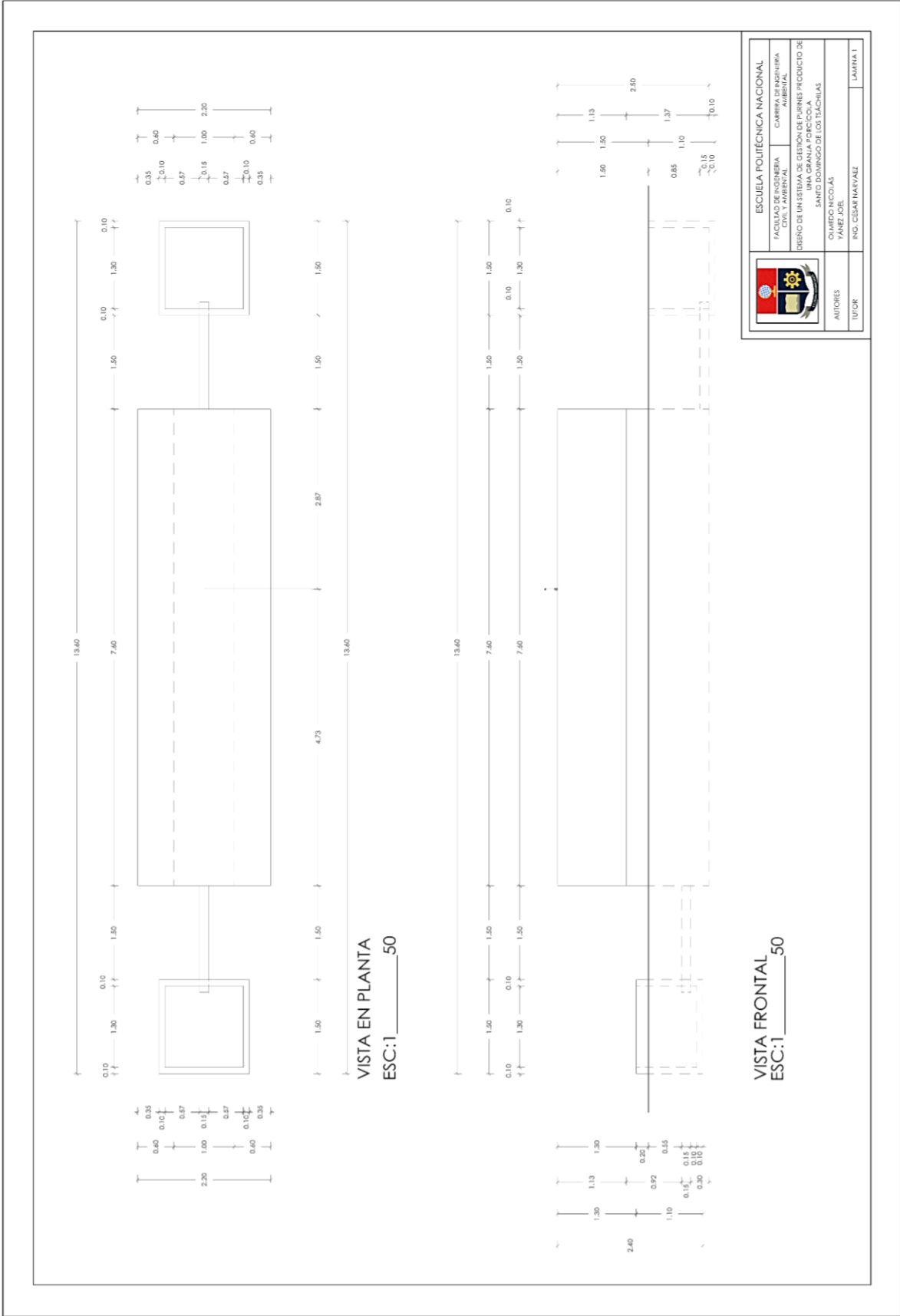
Rodríguez, L., & Preston, T. (2018). *FAO ORG*.
<http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGA/AGAP/FRG/Recycle/biodig/manual.htm#Back%20to%20contents>


Romeu, G. (2018). Informativo Porcino nº 78, 4to Trimestre 2018. *Rotecna*, págs 1-36. <https://issuu.com/rotecnapress/docs/ip78>

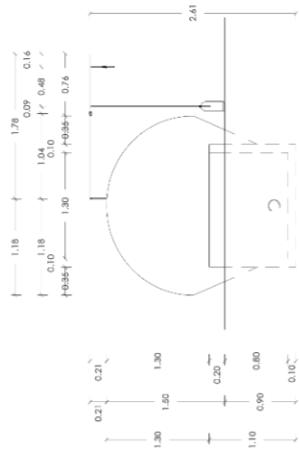
SENASICA. (2004). *El SENASICA recibe certificación por cuidado ambiental*.
<https://www.gob.mx/senasica/prensa/el-senasica-recibe-certificacion-internacional-por-cuidado-ambiental>

ANEXOS

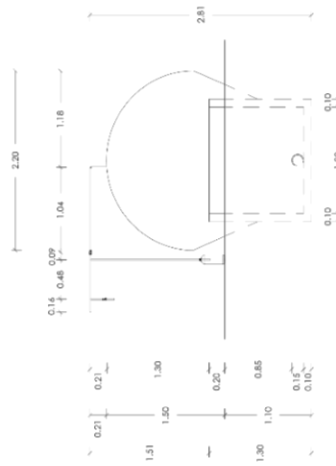
ANEXO 1.
Planos arquitectónicos del diseño del Biodigestor tipo Taiwán



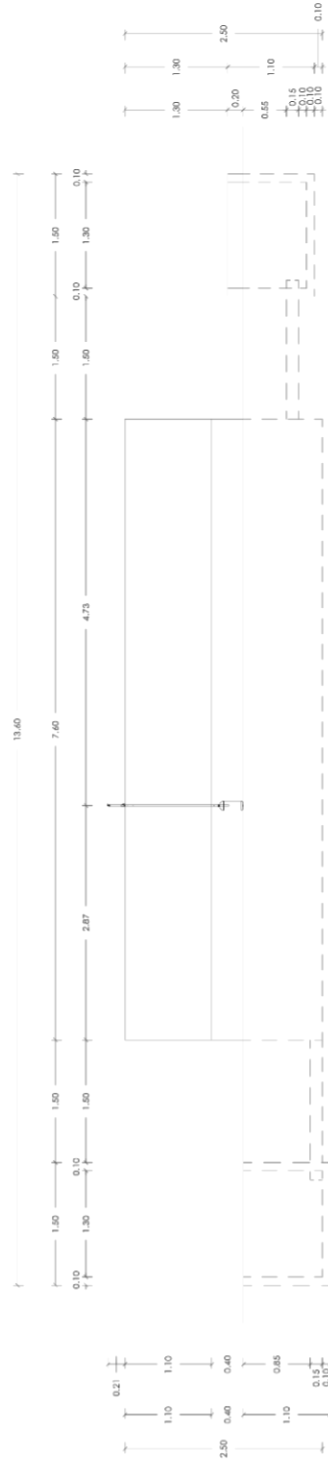
	ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL	
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL	CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE RESURSO PRODUCTO DE UNA GRANJA PORCICOLA		
SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS		
AUTORES OLMEDO HCO.AS YANEZ JOEL	TUTOR ING. CESAR HARVAEZ	LÁMINA 1




VISTA LATERAL IZQUIERDA
ESC:1 _____50



VISTA LATERAL DERECHA
ESC:1 _____50



VISTA POSTERIOR
ESC:1 _____50

	ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL	
	CAMBIO DE NOMBRE AMBIENTAL	
DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS PRODUCIDO DE UNA GRANJA PORCICOLA		
SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS		
AUTORES OLIMEDO HCOLOS YANEZ JOEL		
TUTOR ING. CESAR HARVAEZ		LAMINA 2

ANEXO 2.
Tríptico para la capacitación

Objetivo

Alcanzar una comprensión total acerca del uso y beneficios de la implementación de un biodigestor como parte del proceso de producción de la granja porcina

¿Qué es un Biodigestor?

Es un sistema de tratamiento de residuos orgánico como el estiércol de los animales y restos vegetales, que gracias a las bacterias que trabajan en un medio sin oxígeno generan biogás y abono orgánico en estado líquido.

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

TEMA: DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DEL EFLUENTE ORGÁNICO PRODUCTO DE UNA GRANJA PORCÍCOLA UBICADA EN EL RECINTO EL PLACER EN SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS

DIRECTOR: MSC. CESAR ALFONSO NARVAEZ
AUTOR: JOEL YÁNEZ

**BIODIGESTOR
TAIWÁN**

Contacto
joelyanez9@gmail.com



ANEXO 3.
Ficha Ambiental



MAAE-RA-2020-369620
 Jueves, 26 de noviembre 2020

REGISTRO AMBIENTAL

1. INFORMACIÓN DEL PROYECTO

1.1 PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD

Granja Porcicola Daniel Haro

1.2 ACTIVIDAD ECONÓMICA

Cría y reproducción de cerdos.

1.3 RESUMEN DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD

Operación de una granja porcina para cría de cerdos mayores a 200 unidades porcinas adultas (UPOA)

2. DATOS GENERALES

Sistema de coordenadas

	Este (X)	Norte (Y)
	697977.00000	9964163.00000
	697977.00000	9964163.00000
	697980.00000	9964217.00000
	697980.00000	9964217.00000
	698011.00000	9964216.00000
	698011.00000	9964216.00000
	698010.00000	9964164.00000
	698010.00000	9964164.00000
	697977.00000	9964163.00000
	697977.00000	9964163.00000

Fases del Proyecto

Fase	Descripción
Operación y Mantenimiento	La Granja Porcicola Haro, es un establecimiento dedicado a la crianza de cerdos para su posterior venta al consumidor. Cuenta con una media aproximada de 250 Unidades Porcinas mismas que se ubican en cuartos (chancheras) de 3 x 4 m.

Dirección del proyecto, obra o actividad:

Vía Quevedo km 5 1/2, Recinto "El Manantial Renovación Campesina"



MAAE-RA-2020-369620
jueves, 26 de noviembre 2020

Dirección	
Provincia	Parroquia
SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS	SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS
Cantón	
SANTO DOMINGO	
Tipo zona: Rural	
Datos del Operador	
Nombre:	HARO ALVARADO DANIEL MESIAS
Domicilio del Operador:	Coop. El Edén N°2, Bypass Quito - Quevedo
Correo electrónico del Operador:	artur.leshchanov@mail.ru Teléfono: 3710712

3. MARCO LEGAL REFERENCIAL

Constitución de la República del Ecuador
Código Orgánico del Ambiente
Reglamento al Código Orgánico del Ambiente

4. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL - OPERACIÓN

Sub Plan Prevención y Mitigación de Impactos			
Aspecto Ambiental	Medida Propuesta	Medio de verificación de la medida	Frecuencia Ponderación
Almacenamiento de sustancias químicas	En caso de requerir el uso, acopio y almacenamiento de sustancias químicas, el área de almacenamiento de químicos deben cumplir con la norma NTE INEN 2266:2013 o normativa que la reemplace, en referencia a: superficie impermeabilizada, con techo, acceso restringido, señalizada, ventilación natural,	Registro fotográfico semestral (si la duración de la fase es igual o mayor a seis meses) o al menos una vez (si la duración de la fase es menor a seis meses) del área de almacenamiento de sustancias químicas	Permanente MEDIDA NO APLICA No se almacenan sustancias peligrosas en la granja

	salidas de emergencia, instalaciones eléctricas protegidas.						MEDIDA NO APLICA No se almacenan sustancias químicas peligrosas en la granja
Almacenamiento de sustancias químicas	Para el caso de almacenamiento de sustancias químicas peligrosas líquidas, el sitio debe contar con cubetos para contención de derrames cuya capacidad sea del 110% del contenedor de mayor capacidad	Registro fotográfico semestral (si la duración de la fase es igual o mayor a seis meses) o al menos una vez (si la duración de la fase es menor a seis meses) del área de almacenamiento de sustancias químicas. Informe de cumplimiento de la capacidad del cubeto	Permanente				
Almacenamiento de sustancias químicas	En las bodegas de almacenamiento de materiales, productos y/o sustancias químicas, deberá contar con mecanismos para la extinción de incendios apropiados para extinguir un fuego provocado por el tipo de material almacenado.	Informe sobre mecanismos para combatir fuego Registro fotográfico semestral (si la duración de la fase es igual o mayor a seis meses) o al menos una vez (si la duración de la fase es menor a seis meses)	Permanente	0.54			
Almacenamiento de sustancias químicas	El almacenamiento de materiales, productos y/o sustancias químicas deberá realizarse acorde compatibilidad química definida en la Norma NTE INEN 2266:2013 o normativa que la reemplace y en las hojas de seguridad y se deben mantener en los sitios de almacenamiento y manipulación.	Registro fotográfico semestral (si la duración de la fase es igual o mayor a seis meses) o al menos una vez (si la duración de la fase es menor a seis meses) del área de almacenamiento de y/o sustancias químicas Hojas de seguridad	Permanente	0.54			
Almacenamiento de sustancias químicas	La identificación y rotulado de materiales, productos y/o sustancias químicas, se realizará de acuerdo a la NTE INEN 2266: 2013 o la norma que la reemplace.	Registro fotográfico semestral (si la duración de la fase es igual o mayor a seis meses) o al menos una vez (si la duración de la fase es menor a seis meses) de área de almacenamiento (visualización de recipientes que contienen materiales, productos y/o sustancias químicas con etiquetas y rotulación)	Permanente	0.54			
Almacenamiento de sustancias químicas	Los espacios cerrados donde se almacenen sustancias químicas o combustibles que puedan generar gases, deberán contar con ventilación.	Registro fotográfico semestral (si la duración de la fase es igual o mayor a seis meses) o al menos una vez (si la duración de la fase es menor a seis meses) del área de	Permanente	0.54			

Uso de energía de fuentes renovables o no renovables		almacenamiento de combustible o sustancias químicas			
Implementar medidas de disminución y ahorro de energía eléctrica	Implementar medidas de disminución y ahorro de energía eléctrica	Informe anual de verificación medidas de disminución y ahorro de energía. Registros mensuales de consumo energético (eficiencia energética)	Anual	0.54	
Uso/demanda de combustibles y lubricantes	Los recipientes que contengan combustibles y/o lubricantes deberán estar rotulados y etiquetados, acorde a la norma NTE INEN 2266: 2013 o la norma que la reemplace.	Registro fotográfico semestral (si la duración de la fase es igual o mayor a seis meses) o al menos una vez (si la duración de la fase es menor a seis meses) del área de Almacenamiento de sustancias químicas específicamente combustibles y/o lubricantes	Permanente	0.54	
Uso/demanda de combustibles y lubricantes	En caso de contar con un sitio de almacenamiento temporal de combustibles y lubricantes deberá estar impermeabilizado, con rotulación y contar con un sistema de contención del 110% del contenedor de mayor capacidad.	Registro fotográfico semestral (si la duración de la fase es igual o mayor a seis meses) o al menos una vez (si la duración de la fase es menor a seis meses) del área de Almacenamiento de sustancias químicas específicamente combustibles y/o lubricantes	Permanente		MEDIDA NO APLICA No se almacenan combustibles ni lubricantes en la granja
Uso/demanda de combustibles y lubricantes	El área de trabajo donde se manipule combustibles y/o lubricantes deberá contar con canales de drenaje que se direccionen a una trampa de grasas y aceites.	Registro fotográfico semestral (si la duración de la fase es igual o mayor a seis meses) o al menos una vez (si la duración de la fase es menor a seis meses) del área de trabajo de combustibles y/o lubricantes	Permanente	0.54	
Almacenamiento de sustancias químicas específicamente combustibles	En caso de contar con tanques fijos para el almacenamiento, deberán estar diseñados, contruidos de acuerdo a las normas técnicas ecuatorianas (Normas INEN).	Informes donde indique las características técnicas de los tanques Registro fotográfico semestral (si la duración de la fase es igual o mayor a seis meses) o al menos una vez (si la duración de la fase es menor a seis meses)	Una vez		MEDIDA NO APLICA No se almacenan combustibles en la granja
Almacenamiento de gas licuado de petróleo (GLP)	Las actividades económicas que para su proceso requieran almacenar combustible de GLP, deben contar con las seguridades y	Registro fotográfico semestral (si la duración de la fase es igual o mayor a seis meses) o al menos una vez (si la duración de la fase es	Permanente		MEDIDA NO APLICA No se

	protecciones para este fin: un sistema contra incendios, extintores, señalética, acceso restringido, cubierta, ventilación, entre otros.	menor a seis meses) Verificación In situ Mapa de Riesgos	almacena GLP en la granja
Almacenamiento de sustancias químicas específicamente combustibles	Realizar el mantenimiento e inspecciones técnicas del estado de los tanques y sus sistemas distribución (conexiones, tuberías y acoples).	Registro de mantenimiento de tanques	MEDIDA NO APLICA No se almacenan combustibles en la granja
Almacenamiento de sustancias químicas específicamente combustibles	Los sitios de Almacenamiento de sustancias químicas específicamente combustibles estarán provistos de la señalética que se consideren necesarias, de acuerdo a las áreas de peligro: - PELIGRO INFLAMABLE - PROHIBIDO FUMAR - PROHIBIDA LA ENTRADA SIN AUTORIZACION	Registro fotográfico semestral (si la duración de la fase es igual o mayor a seis meses) o al menos una vez (si la duración de la fase es menor a seis meses) del área de Almacenamiento de sustancias químicas específicamente combustibles	MEDIDA NO APLICA No se almacenan combustibles en la granja
Uso/demanda de áreas de ecosistemas	En caso de que la actividad se ubique dentro o próxima a un área de bosque o manglar, se deberá establecer medidas para su cuidado y protección, como mínimo: evitar la tala en el bosque, no disponer los desechos, material, escombros en el bosques, prohibición caza y recolección de fauna silvestre.	Informe anual de verificación medidas realizadas Registro fotográfico semestral (si la duración de la fase es igual o mayor a seis meses) o al menos una vez (si la duración de la fase es menor a seis meses)	0.54
Uso/demanda de áreas de ecosistemas	La actividad a desarrollarse deberá estar ubicada a una distancia no menor de 100 metros de la Zona de Protección Hídrica establecida en la Ley de Aguas, respetando la zona de protección hídrica.	Plano de implantación	Una vez 0.54
Uso/demanda de áreas de ecosistemas	En caso de que la actividad se desarrolle en un área biológicamente sensible, se deberá implementar y/o mantener la señalética de prohibición de caza, deforestación, extracción de especies (flora y fauna), asentamientos humanos, desarrollo de chacras, gestión de	Registro fotográfico semestral (si la duración de la fase es igual o mayor a seis meses) o al menos una vez (si la duración de la fase es menor a seis meses) de señalética implementada	MEDIDA NO APLICA La actividad no se desarrolla en un área biológicamente

	desechos, límites de velocidad en vías de acceso para evitar atropellamiento de especies, entre otros en el área de accesos ecológicos.				sensible
Uso/demanda de áreas de ecosistemas	Se comunicará inmediatamente a la entidad competente cualquier inicio de asentamiento o desarrollo de chacras en los accesos dentro de áreas sensibles o protegidas, al igual que avistamiento de actividades de caza, deforestación, extracción de especies (flora y fauna)	Oficios de notificación dirigidos a la Autoridad ambiental competente con sello de recibido	Una vez		MEDIDA NO APLICABLE La actividad no se desarrolla en área sensible o protegida
Uso/demanda de agua	Implementar medidas de disminución y ahorro de agua	Informe anual de verificación medidas de disminución y ahorro de agua Registros mensuales de consumo agua	Anual	0.54	
Uso/demanda de agua	En caso de utilizar agua superficial o subterránea se deberá verificar que las instalaciones de captación y/o distribución de agua se encuentren en buenas condiciones y no existan fugas	Registro de inspecciones	Trimestral	0.54	
Uso/demanda de agua	En caso de contar con bombas de succión de agua deberán estar ubicadas sobre superficies impermeables, así como los recipientes de combustible asociados.	Informe anual de verificación del área de captación Registro fotográfico semestral (si la duración de la fase es igual o mayor a seis meses) o al menos una vez (si la duración de la fase es menor a seis meses) del área de captación de agua	Permanente	0.54	
Emisiones de gases efecto invernadero	Para el caso de ganadería se utilizará aditivos alimenticios y estrategias de alimentación que ofrecen posibilidades de mitigación de gases de efecto invernadero diferentes al CO ₂ .	Informe anual de verificación estrategias aplicadas	Permanente	0.54	
Emisiones de gases efecto invernadero	Posterior al ordeño del ganado se realizará la recolección del estiércol (estado sólido) y su almacenamiento se realizará en un lugar cubierto (pilas o pozos,) para no generar	Registro de generación y almacenamiento de estiércol	Diario	0.54	

	malos olores y gases de efecto invernadero.				
Emissiones de gases efecto invernadero	Disminuir el tiempo de almacenamiento del estiércol e implementar en el tratamiento un sistema de aireación para evitar emisiones acumulativas de gases de efecto invernadero y/o reducirlos.	Registro de generación de estiércol almacenado y tiempo de almacenamiento. Informe anual de verificación gestión del estiércol	Permanente	0.54	
Emissiones de gases efecto invernadero	Analizar la factibilidad técnica y económica para estabulación del ganado, con la finalidad de reducir el proceso de erosión del suelo y reducir las emisiones de metano.	Informe de factibilidad técnica y económica	Una vez	0.54	
Compactación de suelo	Implementar sistemas de silvopastoril para disminuir el sobrepastoreo, y promover la fertilización y oxigenación del suelo, al evitar su erosión y compactación.	Informe sobre el sistema silvopastoril implementado Registro fotográfico semestral (si la duración de la fase es igual o mayor a seis meses) o al menos una vez (si la duración de la fase es menor a seis meses)	Anual	0.54	
Generación de descargas líquidas (efluentes)	Se debe contar con un manejo separado de aguas (domésticas, industriales, lluvia, etc.). En ningún momento se podrán realizar diluciones ni mezcla de aguas. Las descargas líquidas (efluentes de proceso) deben ser direccionadas por tuberías de drenaje separado del de aguas lluvias.	Plano hidrosanitario. Registro de inspecciones Registro fotográfico semestral (si la duración de la fase es igual o mayor a seis meses) o al menos una vez (si la duración de la fase es menor a seis meses)	Permanente	0.54	
Generación de descargas líquidas (efluentes)	Las descargas líquidas (efluentes de proceso) (purines) de los galpones de cría deberán contar con un tratamiento previa su descarga; caso contrario deberán ser almacenados y entregado a un gestor ambiental calificado para su gestión.	Sistema de tratamiento implementado, o, Registro de entrega del efluente a un gestor ambiental autorizado	Permanente	0.54	
Emissiones furtivas y/o difusas (olor)	Para sistemas productivos en galpones, realizar limpiezas periódicas (de conformidad con las buenas prácticas sanitarias de cada actividad), desalojar la gallinaza o porquinaza u otro desecho que aplique, en el menor tiempo	Registro y fotografía de la actividad.	Permanente	0.54	

	que sea posible para prevenir la aparición de olores y vectores, después de finalizado cada ciclo productivo.				
Gestión de residuos / desechos no peligrosos	Para manejo de la mortandad de las aves, mantener compostera y aplicar acciones correctivas de mitigación en caso de que el área de compostaje genere malos olores (presencia de animales muertos) Definir un procedimiento	Registro fotográfico semestral (si la duración de la fase es igual o mayor a seis meses) o al menos una vez (si la duración de la fase es menor a seis meses) y de aplicación	Permanente	0.54	
Generación de descargas líquidas (efluentes)	Para sistemas productivos en galpones. En caso que las purines tengan una alta cantidad de sólidos como es el caso de la porquinaza, implementar mecanismo de extracción de la parte acuosa para tratamiento de la misma y gestión de la parte sólida como desecho.	Registro fotográfico semestral (si la duración de la fase es igual o mayor a seis meses) o al menos una vez (si la duración de la fase es menor a seis meses) y de aplicación	Permanente	0.54	
Gestión de residuos / desechos no peligrosos	Realizar control de vectores (moscas, roedores, cucarachas etc.)	Registro de control de vectores	Permanente	0.54	
Sub Plan de Contingencia					
Aspecto Ambiental	Medida Propuesta	Medio de verificación de la medida	Frecuencia	Ponderación	
Generación de contingencias por actos o condiciones subestándar o eventos naturales	Elaborar un Plan de Contingencias accesible a todo el personal, en el cual se aborde la gestión de contingencias en caso de incendio, derrame, fuga, explosión, eventos naturales u otros que el operador considere que puedan darse durante la ejecución de su actividad. En este se considerará: - Identificación de las contingencias que se puedan por la ejecución de la operación (incendios, derrame, fuga, explosión u otros). Desarrollar acápites específicos del plan de contingencia respectivo. - Mapa de actividades circundantes a la empresa y otros como presencia de recursos hídricos, etc. e identificación de la potencial	Plan de Contingencia	Una vez (actualizar cuando sea necesario)	0.52	

	<p>afectación desde o hacia dichas actividades o recursos (considerando las contingencias de la operación antes identificadas, eventos naturales, tipo de operación de la actividad circundante). Procedimientos de actuación, recursos internos y externos, incluyendo el apoyo de las actividades circundantes y las autoridades de la jurisdicción, de ser el caso. - Estructura organizacional y niveles de respuesta para enfrentar las diferentes contingencias (apropiado según la actividad del operador) - Diagrama de bloques de procesos de la actividad. Mantener inventarios de sustancias químicas, bitácoras de residuos y desechos peligrosos y no peligrosos. - Mapa de la instalación donde se ubiquen los sitios de almacenamiento de sustancias químicas, residuos y desechos peligrosos. - Implementación de señalización y señalética. - Manejo de químicos, residuos y desechos peligrosos conforme las hojas de seguridad, etiquetas y la norma INEN 2266:2013, o la que la reemplace. - Designación de funciones específicas del personal para apagado de equipos de proceso (en caso de no contar con sistemas de apagado de emergencia automático), o accionado manual de alarmas u otras funciones específicas necesarias, según aplique, al momento de afrontar una contingencia. - Verificación de recursos humanos, recursos comunicacionales, equipos de protección personal, equipamiento, mecanismos, materiales y demás para afrontar los diferentes tipos contingencia.</p>			
--	---	--	--	--

<p>Generación de contingencias por actos o condiciones subestándar o eventos naturales</p>	<p>Verificación de la implementación del Plan de Contingencias accesible a todo el personal, en el cual se aborde la gestión de contingencias en caso de incendio, derrame, fuga, explosión, eventos naturales u otros que el operador considere que puedan darse durante la ejecución de su actividad.</p>	<p>Informe de inspección de cumplimiento con registro fotográfico trimestral de la ubicación y accesibilidad del plan al personal</p>	<p>Anual (si la duración de la fase es igual o mayor a un año) Al menos una vez (si la duración de la fase es menor a un año)</p>	
<p>Generación de incendios por actos o condiciones subestándar</p>	<p>En el Plan de contingencias desarrollar un acápite donde se organice y defina las actuaciones (quien debe actuar, con que medios o recursos, qué se debe hacer, qué no se debe hacer, como se debe hacer) con respecto a una contingencia de incendio (observar en la operación fuentes de ignición como: eléctrica, roces y fricciones, chispas mecánicas, fumar, ignición espontánea, superficies calientes, chispas de combustión, llamas abiertas, soldadura y corte, materiales recalentados, electricidad estática, u otros). Incluirá programación de simulacros, procedimientos conforme el inventario de sustancias, residuos o desechos peligrosos y no peligrosos combustibles (sólidos, líquidos o gaseosos) y comburentes, tipo de equipo de protección personal del personal que afrontará la emergencia, niveles de respuesta, personal encargado, tipo de equipo y material para afrontar la contingencia, procedimientos de evacuación, mapa de peligros, recursos, vías</p>	<p>Plan de contingencia - acápite sobre contingencia contra incendio</p>	<p>Una vez (actualizar cuando sea necesario) 0.52</p>	

	de escape, y demás que considere necesarios para afrontar de manera efectiva la contingencia.				
Generación de incendios por actos o condiciones subestándar	Contar con equipo de protección personal, equipamiento, materiales, y demás recursos establecidos en el plan de contingencia contra incendio	Registro fotográfico mensual Registro de entrega y reemplazo (al menos trimestral, según necesidades de la operación o según especificaciones del fabricante) Registro de mantenimiento (al menos trimestral, según necesidades de la operación o según especificaciones del fabricante) Certificados de mantenimiento (al menos trimestral, según necesidades de la operación o según especificaciones del fabricante) Informe anual de inspección	permanente	MEDIDA NO APLICA No existe riesgo de incendio en la granja	
Generación de incendios por actos o condiciones subestándar	Se debe señalar las áreas de peligros potenciales de producir incendios, los sistemas de protección contra incendios y las salidas y vías de emergencia.	Registro fotográfico de las áreas donde se ubicará la señalización	Una vez	0.52	
Generación de incendios por actos o condiciones subestándar	Se debe disponer de extintores contra incendios acorde al tipo de fuego esperado, ubicados en las áreas de mayor riesgo, siempre accesibles y libres de obstáculos.	Registro fotográfico semestral de los extintores en las áreas	Permanente	0.52	
Generación de incendios por actos o condiciones subestándar	Se debe realizar la inspección de los detectores de incendio y extintores. En el caso de extintores verificar al menos los siguientes items: estado de mangueras, presurización del equipo, verificación de sellos.	Informe de inspección mensual	Mensual	0.52	
Generación de incendios por actos o condiciones subestándar	Se debe realizar el mantenimiento de los extintores y verificar el buen estado de la señalización	Registro de mantenimiento de extintores Registro fotográfico de señalética en buen estado	Annual (si la duración de la fase es igual o mayor a un año) Al menos una	0.52	

			vez (si la duración de la fase es menor a un año)	
Generación de incendios por actos o condiciones subestándar	Colocar señalética para afrontar la contingencia: evacuación, salidas, entradas, riesgos, recursos, y las que se considere necesarias.	Registro fotográfico de la señalética	Una vez 0.52	
Generación de incendios por actos o condiciones subestándar	Revisar los sistemas eléctricos para evitar desperfectos. Verificar que el sistema de eléctrico sea adecuado para el tipo de actividades, materiales almacenados en bodegas o sitios de almacenamiento.	Registro de inspecciones de los sistemas eléctricos	Trimestral (si la duración de la fase es igual o mayor a tres meses) Al menos una vez (si la duración de la fase es menor a tres meses) 0.52	
Generación de incendios por actos o condiciones subestándar	Realizar simulacros de incendios que permitan poner en práctica los conocimientos adquiridos en las capacitaciones	Informe de simulacros realizados	Anual (si la duración de la fase es igual o mayor a un año) Al menos una vez (si la duración de la fase es menor a un año) 0.52	
Generación de derrames o fugas por	En el Plan de Contingencia establecido,	Plan de contingencia - acápites sobre	Una vez 0.52	

actos o condiciones subestándar	desarrollar un acápite donde se organice y defina las actuaciones (quien debe actuar, con qué medios o recursos, qué se debe hacer, qué no se debe hacer, como se debe hacer) con respecto a una contingencia de derrames o fugas de productos químicos peligrosos y otros productos o sustancias que puedan afectar al ambiente. Incluirá programación de simulacros, procedimientos conforme el inventario de sustancias, residuos o desechos peligrosos y no peligrosos, tipo de equipo de protección personal del personal que afrontará la contingencia, niveles de respuesta, personal encargado, tipo de equipo y material para afrontar la contingencia, procedimientos de evacuación, mapa de peligros, recursos, vías de escape, y demás que considere necesarios para afrontar de manera efectiva la contingencia.	contingencia contra derrames o fugas	(actualizar cuando sea necesario)	
Generación de derrames o fugas por actos o condiciones subestándar	Contar con equipo de protección personal, equipamiento, materiales, y demás recursos establecidos en el plan de contingencia contra derrames y fugas. Se incluirá la disponibilidad de un kit para limpieza de derrames que cuente al menos con lo siguiente: pala, escoba, material absorbente y fundas, debidamente señalizado, ubicado en un lugar de fácil acceso y sin obstáculos. En empresas que manejan sustancias químicas y generan o gestionan residuos o desechos peligrosos añadirán materiales y equipos adecuados conforme la peligrosidad de la sustancia, residuo o desecho.	Registro fotográfico mensual Registro de entrega y reemplazo (al menos trimestral, según necesidades de la operación o según especificaciones del fabricante) Registro de mantenimiento (al menos trimestral, según necesidades de la operación o según especificaciones del fabricante) Certificados de mantenimiento (al menos trimestral, según necesidades de la operación o según especificaciones del fabricante) Informe anual de inspección	permanente	0.52
Generación de derrames o fugas por actos o condiciones subestándar	Realizar simulacros en caso de derrames o fugas que permitan poner en práctica los	Informe de simulacros realizados	Semestral (si	0.52 la

	conocimientos adquiridos en las capacitaciones		duración de la fase es igual o mayor a seis meses) Al menos una vez (si la duración de la fase de construcción es menor a seis meses)	
Generación de derrames o fugas por actos o condiciones subestándar	Almacenar las sustancias que puedan derramarse bajo las condiciones establecidas en las hojas de seguridad	Informe de verificación cuatrimestral (o al menos una vez si la fase es menor a cuatro meses) y registro fotográfico del almacenamiento de sustancias y hojas de seguridad de sustancias	Permanente 0.52	
Generación de derrames o fugas por actos o condiciones subestándar	Reportar a la Autoridad Ambiental, en caso de producirse accidentes durante el manejo de materiales, productos y/o sustancias químicas, en un máximo de 24 horas del suceso. En el Plan de Contingencia establecido, desarrollar un acápite donde se organice y defina las actuaciones (quien debe actuar, con qué medios o recursos, qué se debe hacer, qué no se debe hacer, como se debe hacer) con respecto a una contingencia por explosiones químicas o mecánicas según la actividad del operador. Incluirá programación de simulacros, procedimientos conforme el inventario de sustancias explosivas y equipos de proceso que manejen alta temperatura y presión, u otras condiciones críticas de operación, tipo de equipo de protección personal del personal que	Registros de notificación de accidentes a la autoridad ambiental	En un máximo de 24 horas del suceso. 0.52	
Generación de explosiones debido a actos o condiciones subestándar		Plan de contingencia - acápite sobre contingencia contra explosiones	Una vez (actualizar cuando sea necesario) 0.52	

	afrointará la contingencia, niveles de respuesta, personal encargado, tipo de equipo y material para afrontar la contingencia, procedimientos de evacuación, mapa de peligros, recursos, vías de escape, y demás que considere necesarios para afrontar de manera efectiva la contingencia.				MEDIDA NO APLICA No se almacenan sustancias o materiales explosivos en la granja
Generación de explosiones debido a actos o condiciones subestándar	En caso de almacenar sustancias y/o materiales explosivos estos deberán ser almacenados acorde especificaciones de seguridad establecidas en las hojas de seguridad de los mismos, las cuales deberán estar en un sitio visible al alcance de los trabajadores.	Informe de verificación cuatrimestral (o al menos una vez si la fase es menor a cuatro meses) y registro fotográfico del área de almacenamiento, hojas de seguridad en los sitios donde se almacenan las sustancias y/o materiales	permanente		MEDIDA NO APLICA No se almacenan sustancias o materiales explosivos en la granja
Generación de explosiones debido a actos o condiciones subestándar	Las áreas de manipulación y almacenamiento de sustancias y/o materiales explosivos deberán estar debidamente identificados los riesgos y con señalización de prohibición de fumar y restricción de paso a personal no autorizado.	Informe de verificación cuatrimestral y registro fotográfico de señalética en las áreas de manipulación y almacenamiento de sustancias y/o materiales explosivos	permanente		MEDIDA NO APLICA No se almacenan sustancias o materiales explosivos en la granja
Generación de explosiones debido a actos o condiciones subestándar	Las áreas donde se manipule o almacene sustancias y/o materiales explosivos deberá contar con ventilación natural o mecánica	Informe de verificación cuatrimestral (o al menos una vez si la fase es menor a cuatro meses) y registro fotográfico de sistemas de ventilación	Permanente		MEDIDA NO APLICA No se almacenan sustancias o materiales explosivos en la granja
Generación de explosiones debido a actos o condiciones subestándar	Las áreas donde se almacene sustancias explosivas deberán contar con sistemas de liberación de energía electrostática.	Informe de verificación cuatrimestral (o al menos una vez si la fase es menor a cuatro meses) y registro fotográfico del sistema de	Permanente		MEDIDA NO APLICA No se

	liberación de energía electrostática		almacenan sustancias explosivas en la granja
Generación de explosiones debido a actos o condiciones subestándar	El área de manipulación y almacenamiento de sustancias explosivas deberá contar con el equipo de respuesta a una contingencia debidamente señalizado y ubicado en un sitio visible, de acceso rápido y sin obstáculos.	Informe de verificación cuatrimestral (o al menos una vez si la fase es menor a cuatro meses) y registro fotográfico del equipo de respuesta a una emergencia	MEDIDA NO APLICA No se almacenan sustancias explosivas en la granja
Generación de explosiones debido a actos o condiciones subestándar	En el área de manipulación de sustancias y/o materiales explosivos los equipos deberán estar conectados a tierra.	Informe de verificación cuatrimestral (o al menos una vez si la fase es menor a cuatro meses) y registro fotográfico de conexiones a tierra de equipos	MEDIDA NO APLICA No se manipulan sustancias explosivas en la granja
Generación de explosiones debido a actos o condiciones subestándar	Reportar a la Autoridad Ambiental, en caso de producirse accidentes durante el manejo de materiales, productos y/o sustancias químicas, en un máximo de 24 horas del suceso.	Registros de notificación de accidentes a la autoridad ambiental	MEDIDA NO APLICA No se manipulan sustancias químicas en la granja
Generación de explosiones debido a actos o condiciones subestándar	En el área de manipulación y almacenamiento de sustancias explosivas se deberá contar con señalética de prohibición de uso de equipos que puedan generar chispa o servir como tal.	Informe de verificación cuatrimestral (o al menos una vez si la fase es menor a cuatro meses) de señalética de prohibición	MEDIDA NO APLICA No se manipulan sustancias explosivas en la granja
Eventos naturales (Terremotos, Erupciones, inundaciones, etc)	El Plan de Contingencias deberá incluir un acápite donde se describa de forma clara la	Plan de Contingencia - acápite ante emergencia eventos naturales	Una vez (actualizar)
			0,52

	actuación del personal en caso de emergencia ante eventos naturales.		cuando sea necesario)	
Eventos naturales (Terremotos, Erupciones, inundaciones, etc)	Se deberá contar un mapa de evacuación en caso de terremoto, erupción volcánica, inundación u otros eventos naturales identificados conforme el análisis de riesgo del plan de contingencia, donde se defina las zonas seguras, el mismo que estará ubicado en un sitio visible.	Informe de verificación cuatrimestral (o al menos una vez si la fase es menor a cuatro meses) y registro fotográfico del mapa de evacuación ubicado en un sitio visible Mapa de evacuación digital	Permanente	0.52
Eventos naturales (Terremotos, Erupciones, inundaciones, etc)	Las zonas seguras (puntos de encuentro) deberán estar debidamente señalizadas.	Informe de verificación cuatrimestral (o al menos una vez si la fase es menor a cuatro meses) y registro fotográfico de señalética de zonas seguras	Permanente	0.52
Eventos naturales (Terremotos, Erupciones, inundaciones, etc)	Se deberá contar con brigadas de emergencias debidamente instruidas en sus funciones.	Informe de verificación cuatrimestral (o al menos una vez si la fase es menor a cuatro meses) de conformación de brigadas de emergencias	Permanente	0.52
Eventos naturales (Terremotos, Erupciones, inundaciones, etc)	El plan de contingencias deberá contar con un plan de evacuación médica en caso de heridos, y el equipo mínimo necesario.	Plan de evacuación médica inventario y registro fotográfico del equipo de evacuación	Una vez (actualizar cuando sea necesario)	0.52
Eventos naturales (Terremotos, Erupciones, inundaciones, etc)	Se deberá contar con un botiquín de emergencias con los insumos necesarios para la atención en caso de heridos.	Registro fotográfico cuatrimestral (o al menos una vez si la fase es menor a cuatro meses) del botiquín de emergencias y su equipamiento	Permanente	0.52
Eventos naturales (Terremotos, Erupciones, inundaciones, etc)	Se deberá realizar simulacros de evacuación, donde se medirá los tiempos de reacción del personal y su actuación frente al evento, con el fin de establecer medidas correctivas o sobre las cuales se requiere realizar mayor capacitación.	Informe de verificación cuatrimestral de inventario de insumos del botiquín	Anual (si la duración de la fase es igual o mayor a un año) Al menos una	

Aspecto Ambiental	Medida Propuesta	Medio de verificación de la medida	Frecuencia	Ponderación
Eventos naturales (Terremotos, Erupciones, inundaciones, etc)	En caso de emergencias se deberá llamar al 911 y reportar el evento en el menor tiempo posible desde su acontecimiento.	Registro de teléfonos de entidades de seguridad en caso de una emergencia	Por cada evento	0.52
Sub Plan de Capacitación				
Oferta / demanda laboral	En caso de contratación de personal de comunidades, será capacitado en conjunto con el personal operativo sobre los riesgos ambientales y trabajo a ejecutarse.	Registro de capacitación al ingreso del personal y luego según la duración de la fase, en el que se especifique asistentes, tema y fecha de capacitación Registro fotográfico de cada capacitación	De acuerdo a la temática mientras dure la fase	2.5
Uso/demanda de áreas de ecosistemas	Capacitar al personal (trabajadores) en temas como: 1. Importancia de la fauna silvestre en los ecosistemas y la convivencia con estas especies. 2. Qué hacer en caso de hallazgos de especies. 3. Normas de comportamiento en las zonas a intervenir. 4. Normas de prohibición de caza, captura, extracción de especies de fauna silvestre o huevos y su conservación. 5. Preservación de áreas biológicamente sensibles (sitios de anidación, reproducción, comederos, madrigueras, etc.) 6. No alimentar a fauna nativa para evitar crear dependencia alimenticia. 7. No alterar los ambientes acuáticos ya que sirven de albergue a aves migratorias.	Registro de capacitación al ingreso del personal y luego según la duración de la fase, en el que se especifique asistentes, tema y fecha de capacitación Registro fotográfico de cada capacitación	Anual (si la duración de la fase es igual o mayor a un año) Al menos una vez (si la duración de la fase es menor a un año)	2.5
Gestión de residuos / desechos no peligrosos	Capacitar al personal al menos en los siguientes temas: 1. Reconocimiento, identificación y clasificación de residuos y	Registro de capacitación al ingreso del personal y luego según la duración de la fase, en el que se especifique asistentes, tema y fecha de	Semestral (si la duración de	2.5

<p>Transporte, almacenamiento y uso de sustancias químicas</p>	<p>desechos no peligrosos. 2. Aplicación de medidas de minimización y manejo 3. Características y riesgos vinculados al manejo de residuos y desechos no peligrosos. 4. Aplicación de los procedimientos de manejo de este tipo de residuos y desechos, enfatizando en los procedimientos y condiciones de almacenamiento, envasado y envío a destino final, sea dentro de las instalaciones del generador o la transferencia a gestores ambientales sean privados o municipales, mantenimiento y uso del equipo de protección personal, etc. 5. Aplicación del plan de contingencias relacionadas a este tipo de residuos y desechos.</p>	<p>capacitación Registro fotográfico de cada capacitación</p>	<p>la fase es igual o mayor a seis meses) Al menos una vez (si la duración de la fase es menor a seis meses)</p>	
<p>Transporte, almacenamiento y uso de sustancias químicas</p>	<p>Capacitar al personal al menos en los siguientes temas: 1. Identificación de las sustancias químicas utilizadas en la actividad, sus riesgos, manejo en todos los diferentes procesos de la actividad (respectivamente), uso de etiquetas y hojas de seguridad. 2. Procedimiento y condiciones de recepción, almacenamiento y compatibilidad química, condiciones de uso y transporte dentro de la instalación o fuera de la instalación (según corresponda) 3. Aplicación del plan de contingencias relacionadas a todas las sustancias químicas que maneja la actividad. 5. Manejo de la guía de respuesta en caso de emergencia (GRE)</p>	<p>Registro de capacitación al ingreso del personal y luego según la duración de la fase, en el que se especifique asistentes, tema y fecha de capacitación Registro fotográfico de cada capacitación</p>	<p>Semestral (si la duración de la fase es igual o mayor a seis meses) Al menos una vez (si la duración de la fase es menor a seis meses)</p>	<p>MEDIDA NO APLICA No se manipulan sustancias químicas en la granja</p>
<p>Transporte, almacenamiento y uso de sustancias químicas específicamente combustibles y lubricantes</p>	<p>Capacitar al personal al menos en los siguientes temas: 1. Identificación de combustibles, riesgos, manejo en todos los diferentes procesos de la actividad (según</p>	<p>Registro de capacitación al ingreso del personal y luego según la duración de la fase, en el que se especifique asistentes, tema y fecha de capacitación Registro fotográfico de cada</p>	<p>Semestral (si la duración de la fase es</p>	<p>MEDIDA NO APLICA No se almacenan</p>

	<p>corresponda), uso de hojas de seguridad, señalética. 2. Procedimiento y condiciones de recepción, almacenamiento y compatibilidad química, condiciones de uso y transporte dentro de la instalación o fuera de la instalación (según corresponda) 3. Aplicación del plan de contingencias relacionadas a todas las sustancias químicas que maneja la actividad, incluyendo combustibles y lubricantes. 4. Manejo de la guía de respuesta en caso de emergencia (GRE)</p>	<p>capacitación</p>	<p>igual o mayor a seis meses) Al menos una vez (si la duración de la fase es menor a seis meses)</p>	<p>combustibles en la granja</p>
<p>Uso de energía de fuentes renovables o no renovables</p>	<p>Capacitar al personal al menos en el siguiente tema: 1. Medidas de disminución y ahorro de energía 2. Procedimientos que involucran el uso de este tipo de energía en las diferentes etapas del proceso.</p>	<p>Registro de capacitación al ingreso del personal y luego según la duración de la fase, en el que se especifique asistentes, tema y fecha de capacitación Registro fotográfico de cada capacitación</p>	<p>Annual (si la duración de la fase es igual o mayor a un año) Al menos una vez (si la duración de la fase es menor a un año)</p>	
<p>Uso/demanda de agua superficial o subterránea</p>	<p>Capacitar al personal al menos en el siguiente tema: 1. Concientización sobre el uso de agua y acciones de ahorro 2. Procedimientos que involucran el uso de agua en las diferentes etapas del proceso.</p>	<p>Registro de capacitación al ingreso del personal y luego según la duración de la fase, en el que se especifique asistentes, tema y fecha de capacitación Registro fotográfico de cada capacitación</p>	<p>Annual (si la duración de la fase es igual o mayor a un año) Al menos una vez (si la duración de la fase es menor a un año)</p>	

Sub Plan de Manejo de Residuos y Desechos		año)	
Aspecto Ambiental	Medida Propuesta	Medio de verificación de la medida	Frecuencia Ponderación
Gestión de residuos y desechos	Los residuos - desechos deben manejarse con un enfoque en el cual se promueva la minimización de la generación de los mismos y se deberá seguir el principio de jerarquización: 1. Prevención 2. Minimización de la generación en la fuente 3. Clasificación 4. Aprovechamiento y/o revalorización 5. Tratamiento 6. Disposición Final	Declaraciones Anuales de gestión de residuos- desechos peligrosos, no peligrosos y especiales Informe técnico anual que abarca el análisis de alternativas de gestión por residuo o desecho conforme a la jerarquización	Anual 1,25
Gestión de residuos / desechos no peligrosos	Mantener registros de la generación propia de residuos - desechos no peligrosos del proyecto, obra o actividad. Se detallarán fechas, tipo de residuos-desechos, origen (por cada proceso/punto de generación), cantidad en toneladas (o kilogramos), destino final (dentro de las instalaciones o entrega a gestores ambientales).	Bitácora de generación de residuos o desechos no peligrosos (registros diarios)	Permanente 1,25
Gestión de residuos / desechos no peligrosos	Mantener registros de la gestión de residuos - desechos no peligrosos pertenecientes a terceros (esto únicamente en caso de que la actividad gestione este tipo de residuos). Se detallarán fechas de recepción, nombre de residuo-desecho, tipo de residuo o desecho (orgánico o inorgánico), origen (nombre de la empresa generadora de quien se recibió los residuos o desechos), cantidad (en toneladas o kilogramos), destino final (dentro de la instalación o entrega a gestores con autorización administrativa ambiental), y tipo de tratamiento o disposición final (sólo en el caso de que se indique que el destino final es dentro	Bitácora de gestión de residuos o desechos no peligrosos (registros diarios)	Permanente 1,25

<p>Gestión de residuos / desechos no peligrosos</p>	<p>de la instalación).</p> <p>Establecer procedimientos de manejo de residuos o desechos peligrosos desde la generación, envasado, etiquetado, clasificación, tratamientos físicos de acondicionamiento (según sea aplicable), revisión de compatibilidad (de ser el caso), operaciones previo a la entrega o transferencia al gestor o recolector de basura, operaciones previo a la gestión propia (si es aplicable), uso de equipo de protección, operación adecuada de equipamiento y materiales involucrados en cada etapa, manejo de bitácora y actas entrega-recepción (de ser el caso). Incluir en los procedimientos: para el caso de las operaciones antes de la carga o durante ella, que todo envase-contenedor debe inspeccionarse para verificar su hermeticidad y para advertir posibles derrames, fugas o vertidos en el cierre, en su parte superior, costados, fondo y parte baja, según aplique al tipo de envase. Al localizar algún daño se debe proceder de la siguiente manera: - Suspender todo tipo de maniobra. - Aislar el área contaminada. - Notificar al encargado. - Vigilar que nadie ingrese al área contaminada. - Esperar instrucciones del médico y la llegada del personal calificado encargado de las operaciones de limpieza y disposición final de los residuos-desechos. Incluir en los procedimientos las siguientes prohibiciones, sin perjuicio de otras especificadas en la normativa ambiental vigente: - No se permite la quema de ninguno de los residuos - desechos / desechos</p>	<p>Una vez (sujeto a actualización conforme las necesidades de la operación)</p> <p>Procedimientos documentados Registros fotográficos semestrales de cumplimiento Informe anual de Inspección visual (y de ser del caso documental) sobre el cumplimiento de los procedimientos establecidos Bitácora</p>	
---	---	--	--

<p>Gestión de residuos / desechos no peligrosos</p>	<p>generados durante la ejecución del proyecto - No se permite la disposición inadecuada de residuos - desechos / desechos no peligrosos (sólidos, líquidos y semisólidos), sobre los recursos suelos y agua - No se permite la mezcla de residuos - desechos que no tengan las mismas características o con otras sustancias o materiales. En el caso de que esto llegare a ocurrir, la mezcla completa debe manejarse como desecho no peligroso o peligroso según la mezcla</p>				
<p>Gestión de residuos / desechos no peligrosos</p>	<p>Realizar la recolección, clasificación y separación de residuos y desechos no peligrosos. Se deberá contar con recipientes debidamente rotulados.</p>	<p>Registro fotográfico trimestral Informe anual de Inspección visual</p>	<p>Diario</p>	<p>1.25</p>	
<p>Gestión de residuos / desechos no peligrosos</p>	<p>Implementar sitios de acopio temporal de desechos que como mínimo sean techados y con pisos cuyas superficies sean de acabado liso, continuo e impermeable o se hayan impermeabilizado, de fácil limpieza.</p>	<p>Registro fotográfico semestral Informe anual de Inspección visual</p>	<p>Permanente</p>	<p>1.25</p>	
<p>Gestión de residuos / desechos no peligrosos</p>	<p>Los residuos sólidos no peligrosos reciclables como plástico, vidrio, metales, papel y cartón, serán entregados a gestores autorizados de este tipo de residuos. La basura común será entregada al recolector municipal o al gestor autorizado para el efecto</p>	<p>Registro de residuos entregados a gestores ambientales Actas de entrega recepción (no aplica para la entrega de basura común al recolector)</p>	<p>Permanente</p>	<p>1.25</p>	
<p>Gestión de residuos / desechos no peligrosos</p>	<p>Para el caso de almacenamiento de residuos- desechos no peligrosos líquidos o semilíquidos, el sitio debe contar con cubetos para contención de derrames o fosas de retención de derrames cuya capacidad sea del 110% del contenedor de mayor capacidad, además deben contar con trincheras o canaletas para conducir derrames a las fosas de retención con</p>	<p>Registro fotográfico semestral Informe anual de Inspección visual Planos de la infraestructura acoplada para contención de derrames</p>	<p>Permanente</p>	<p>1.25</p>	

	capacidad para contener una quinta parte de lo almacenado.				
Gestión de residuos / desechos no peligrosos	La(s) bodega(s) de almacenamiento temporal de residuos-desechos no peligrosos debe contar con un servicio básico de primeros auxilios y duchas de emergencia, fuente de lavapisos, etc., así como equipo de contingencia adecuado para enfrentar una situación de contingencia, conforme el plan de contingencia respectivo.	Registro fotográfico semestral Informe anual de Inspección visual Registro de entrega de equipo de primeros auxilios y contingencia.	Permanente	1.25	
Gestión de residuos / desechos no peligrosos	El personal que ingrese al área de almacenamiento temporal de residuos-desechos no peligrosos, debe estar provisto de todos los implementos y equipo de protección personal (Ejemplo: máscaras de protección de la cara, gafas, guantes, zapatos de seguridad) necesarios conforme las características de los residuos - desechos almacenados. Se debe establecer la programación del mantenimiento de dicho equipo o su reemplazo conforme las especificaciones del fabricante y estado de EPP	Registro de entrega, mantenimiento o reemplazo de implementos y equipo de protección personal Registro fotográfico semestral Informe anual de Inspección visual	Permanente	1.25	
Gestión de residuos / desechos no peligrosos	Escombros, residuos de material de construcción serán dispuestos en sitios específicos, que cuenten con las medidas de seguridad necesaria, así como la autorización administrativa ambiental correspondiente. Se deberá especificar la información de la disposición de estos residuos en la bitácora.	Registro fotográfico trimestral Informe anual de Inspección visual	Permanente		MEDIDA NO APLICA No existen ni escombros en la granja
Sub Plan Rehabilitación e Áreas afectadas					
Aspecto Ambiental	Medida Ambiental	Medio de verificación		Frecuencia	Ponderación
Generación de afectaciones al ambiente (incendios, derrames)	En caso de ocurrir un evento no deseado (incendio, derrame, explosión, entre otros) a causa de la operación y al verse afectados a componentes	Plan emergente		máximo 2 días después de ocurrido el	6.25

	ambientales, se deberá presentar a la autoridad ambiental competente un plan emergente para la remediación y restauración del área afectada y cumplir con las medidas de contingencia, mitigación y corrección, incluyendo el monitoreo de los componentes afectados.	evento	
Uso / demanda de ecosistemas	En caso de revegetar el área, se realizará con especies de la zona	Tantas veces como sea necesario	6.25
Sub Plan Monitoreo y Seguimiento			
Aspecto Ambiental	Medida Ambiental	Medio de verificación	Frecuencia Ponderación
Generación de descargas líquidas (efluentes)	Realizar el monitoreo de descargas líquidas, a través de laboratorios acreditados por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano u organismo de acreditación que lo reemplace.	Informes emitidos por el Laboratorio Ambiental Acreditado	Semestral 2.5
Generación de descargas líquidas (efluentes)	Realizar el monitoreo de descargas líquidas, considerando como mínimo los siguientes parámetros: pH Temperatura Conductividad eléctrica Turbidez Oxígeno disuelto Sólidos Totales Disueltos Sólidos Suspendedos Totales Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Tensoactivos, Grasas y aceites, Fenoles, Residuos de ingredientes activos de plaguicidas, Nitrogeno Total (N), Fósforo Total (P), Coliformes Fecales. Los resultados del monitoreo no deben exceder los límites máximos permisibles, establecidos en la norma técnica definida (A.M 097-A o normativa que la reemplace) por la autoridad ambiental competente.	Informes emitidos por el Laboratorio Ambiental Acreditado	Semestral 2.5
Uso/demanda de áreas de ecosistemas	En caso de suscitarse un evento no deseado, dar el seguimiento de las actividades definidas en el plan emergente para la rehabilitación del sitio afectado.	Informes de inspecciones y/o monitoreos realizados	Permanente 2.5
Monitoreo y seguimiento al cumplimiento	Presentar a la Autoridad Ambiental competente un	Informe de monitoreo	Anual 2.5

de los programas del Plan de Manejo Ambiental	informe de monitoreo que contenga los reportes de laboratorio de los aspectos ambientales monitoreados y en caso de incumplimiento los planes de acción aplicados.		
Monitoreo y seguimiento al cumplimiento de los programas del Plan de Manejo Ambiental	Realizar informes sobre el cumplimiento de las medidas ambientales de cada uno de los subplanes que conforman el Plan de Manejo Ambiental; y, remitir a la Autoridad Ambiental en la frecuencia que establece la normativa ambiental vigente.	Informe de cumplimiento ambiental	La primera vez al año y luego cada dos años de obtenido el Registro Ambiental
Sub Plan Cierre y Abandono			
Aspecto Ambiental	Medida Ambiental	Medio de verificación	Frecuencia Ponderación
Uso/demanda de áreas de ecosistemas	En caso de cierre y abandono del proyecto, obra o actividad, el operador cumplirá con lo dispuesto en el Art. 508 del Reglamento al Código Orgánico del Ambiente conforme a formato adjunto que debe descargarse.	Informe de actualización del plan de cierre y abandono	Al cierre del proyecto, obra o actividad 12.5