

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes del proyecto

La industria vitivinícola actualmente genera residuos orgánicos que resultan contaminantes para el medio ambiente si no se tratan adecuadamente, esto por su elevado contenido en materia orgánica y nutrientes, mismos que si no reciben un tratamiento adecuado representar un riesgo potencial de contaminación, el orujo que se obtiene de la producción, podría ser un producto destinado a satisfacer parte de las necesidades de materiales para sustratos del sector agrícola, ya que estos nutrientes al ser estabilizados pueden aportar grandes beneficios para los mismos cultivos de vid.

Los residuos generados en la producción se podrían utilizar como enmiendas en suelos o como componentes para la elaboración de sustratos, los principales residuos sólidos producidos en esta actividad son los restos de poda de vides, el orujo (compuesto por piel, semillas y raspones), y las lías de vinificación, además de lodos producidos en la decantación de las aguas de lavado. El orujo puede llegar a representar el 20% en peso de la cosecha. (Requejo et al., 2014)

Según el estudio realizado por Cotacallpa (2020) menciona que el orujo de la industria vitivinícola representa actualmente un problema de gestión de residuos por su alta carga contaminante; sin embargo, es fuente de elementos funcionales, etanol y compost. En su estudio se cuantificó los fenoles totales y los flavonoides por triplicado, destilando estos componentes, el orujo fue tratado con microorganismos nativos, para de esta manera reducir el grado alcohólico y obtener un compost en 21 días.

De acuerdo a una investigación realizada por Requejo et al. (2014) que evidencia que la adición de compost de orujo de uva junto con un riego adecuado aumentó el rendimiento de los cultivos y a su vez redujo las pérdidas de nitrógeno por lixiviación. Sin embargo, este residuo presenta problemas que pueden limitar su uso, debido a su pH ácido y su fitotoxicidad, para evitar posibles efectos negativos sobre la planta como consecuencia de sus características iniciales, como etanol, ácidos orgánicos (láctico y acético) y compuestos fenólicos, se recomienda la estabilización del residuo mediante un proceso de compostaje antes de su uso.

1.1.1. Antecedentes de la empresa

Bodega “Cañón Escondido SRL” es una empresa joven y amante de nuestra tierra que se encuentra en el rubro industrial de producción de vinos teniendo una diversidad de productos. Esta empresa está localizada en el departamento de Tarija, en la provincia Avilés, municipio Uriondo comunidad ancón chico a 4 km del valle de la concepción y a 18 km de la ciudad de Tarija - Bolivia.

El predio fue concebido a partir de una herencia familiar que data de 30 años atrás, como sucesión del padre del propietario al actual dueño, al momento de recibirse profesional, dichas tierras carecían de valor por la falta del recurso clave para el desarrollo productivo-agrícola, que es el agua, fue hasta el año 2007 que después de muchas gestiones en coordinación con la comunidad que la finca fue beneficiada por un proyecto de riego, lo que de inmediato motivo diferentes inversiones en cercado de la propiedad, dos galpones, aplanamiento del terreno, recuperación y mejoramiento de suelos, a su vez se empezó a incursionar en la viticultura con una pequeña parcela de la modalidad parrón de la variedad Red Globe .

Por el año 2012 tras cosechar los primeros racimos se pudo constatar una calidad de uva excepcional razón que llevo a dar el paso a la inserción de importantes parcelas de vid en las que se destacan cepas como ser: Cabernet Sauvignon, Tannat y Moscatel de Alejandría. Tras las primeras cosechas se implementó un pequeño modulo vitivinícola comenzando con la producción de vinos.

La propiedad cuenta con una capacidad que supera las 10 hectáreas de plantación de vid y se pretende montar una bodega que puede embotellar 50 000 botellas anuales. La empresa comenzó sus operaciones en el 2020 con una capacidad de producción de 15.000 litros anuales.

En la década de los 70 el Señor Alberto Ruiz empezó con la plantación de los viñedos en este mismo lugar, produciendo vinos artesanales con un volumen de producción artesanal. Sin embargo, no cumplía con ciertos estándares de calidad por lo que su producto no era competitivo comercialmente.

En el año 2022 se logró una producción de 30.000 litros de vino, actualmente el objetivo de la empresa es llegar a una producción de 50.000 litros al año, orientando sus esfuerzos a mejorar la calidad, rendimiento productivo y sobre todo mejorando su imagen aplicando la responsabilidad social y ambiental.

1.2. Identificación del problema

Como se menciona anteriormente, la Bodega cuenta con alrededor de 10 hectáreas de plantación de vid, con una producción que puede llegar a los 50.000 litros de vino al año. Lo que representa una gran generación de residuos sólidos orgánicos que no reciben ningún tratamiento y representan un riesgo potencial de contaminación.

El principal impacto ambiental que generan las Bodegas vitivinícolas, proviene directamente de los residuos sólidos y desechos que se generan en los procesos productivos, ya que estos son de tipo orgánico y su descomposición no controlada puede representar riesgos ambientales. Los procesos que llegan a generar desperdicios y residuos sólidos durante la producción son los siguientes:

- ✓ **Proceso de Despalillado y Estrujado:** En este proceso, se separa la uva de su racimo, por día se recepción alrededor de 2.600 kilogramos de racimos, del total de esta cifra, se estima la generación de residuos sólidos (tallos y hojas) de 300 kilos por día, es decir un 11%, por otra parte adicionalmente en este proceso en caso de que un racimo se encuentre dañado o no apto para la producción de vino, también es desechado, por lo que se estima una generación aproximada de 900 kilos es decir un 34% del total de materia prima recepcionada.
- ✓ **Proceso de Prensado:** Este proceso consiste en el traslado del líquido (vino) de un tanque a otro, y todo el material sólido que queda en el tanque inicial es considerado residuos sólidos, se estima la generación aproximada de más de 7.500 kilos de orujo y semillas por cada 35.000 litros de vino.
- ✓ **Proceso de Trasiego y Filtrado:** En estas etapas del proceso productivo, se obtienen residuos con un elevado grado de humedad, durante el trasiego, todos estos residuos se almacenan al fondo y en el filtrado quedan retenidos en las mallas filtradoras, estos contienen semillas, mosto, orujos, entre otros.

De igual manera, se puede considerar residuos de la vendimia y recepción de materia prima, pero estos no representan riesgo alguno ya que son restos de la planta y la uva.

Todos estos residuos sólidos generados, no tienen un almacén definido o específico, por lo que son puestos en áreas libres de la Bodega, generando inconvenientes durante la etapa de producción, como olores desagradables, espacios llenos de residuos, dificultad de circular, entre otros.

Así también, se generan otros residuos sólidos, como botellas rotas, cartones, corchos, restos de etiquetas, entre otros, que no se consideran dentro del proyecto, debido a que estos son reciclados y reutilizados en la empresa, o cuando ya no tienen utilidad, se disponen en el botadero municipal, ya que son asimilables a domésticos.

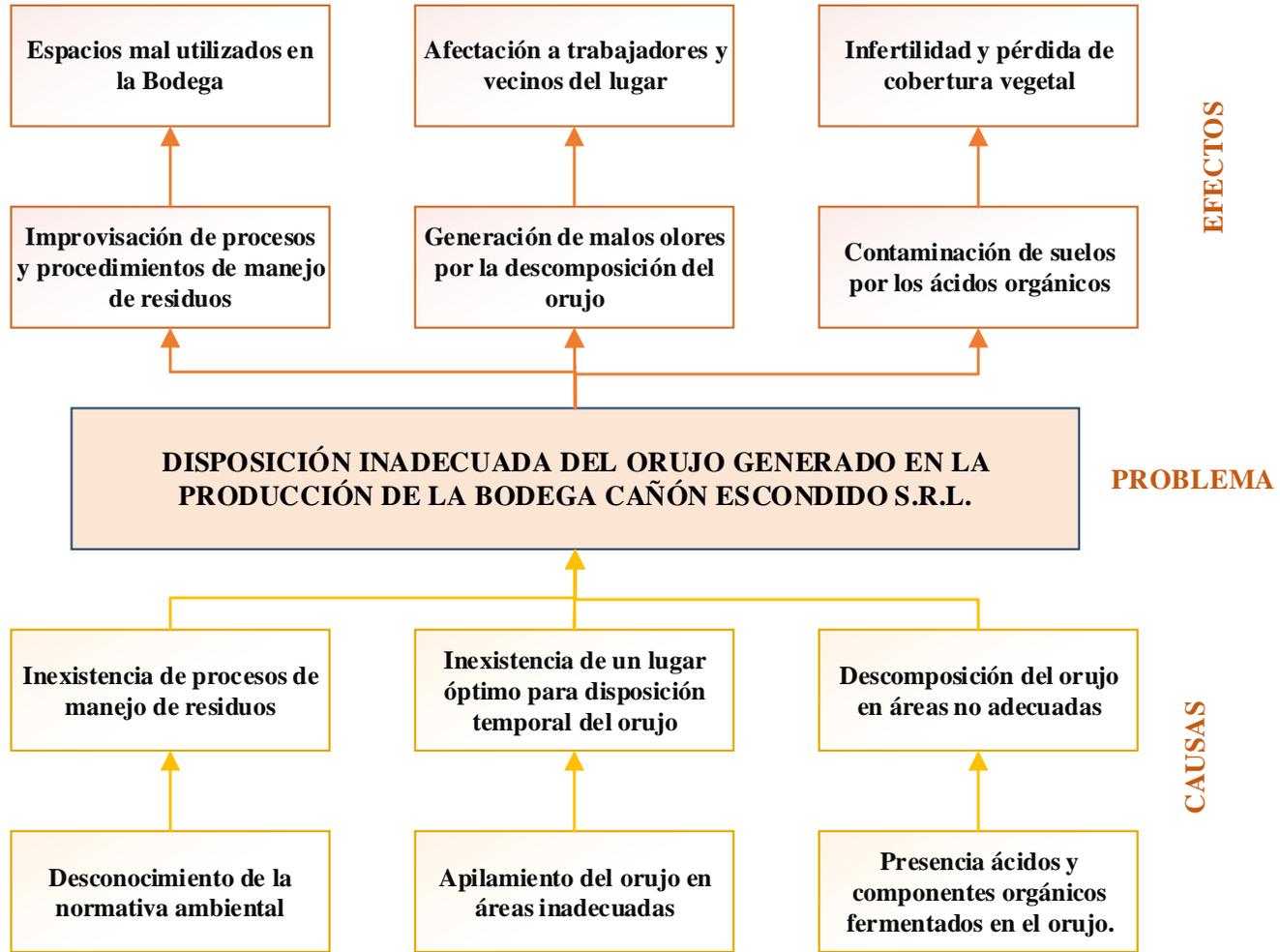
Actualmente la empresa no cuenta con procesos y procedimientos específicos para el tratamiento y almacenamiento de los residuos sólidos generados, especialmente del orujo generado, se improvisa continuamente en almacenes intermedios y finales. Estos residuos al estar expuestos a condiciones climáticas, pueden realizar un proceso de descomposición, el cual generalmente provoca un impacto ambiental.

La empresa no realiza la cuantificación de mermas o desperdicios generados en sus procesos productivos, el orujo generado se tira directamente en áreas que no son las adecuadas, generando inconvenientes en la Bodega, ya que la descomposición del mismo genera malos olores, además contiene ácidos orgánicos que si no se tratan generan efectos en el suelo, desde la alteración del pH, pérdida de cobertura vegetal, infertilidad, entre otros.

El orujo es el principal residuo que ocasiona inconvenientes en la Bodega, ya que este es el que mayor cantidad se genera por la producción, de igual manera se tienen otros residuos que representan un menor riesgo, entre estos se encuentran el escobajo, restos del filtrado, trazas del trasiego, entre otros, en base a esto, es importante contar con un plan de acción que permita minimizar los impactos ambientales.

Para fortalecer este análisis, a continuación, se detalla el árbol de problemas que esquematiza las diferentes situaciones planteadas anteriormente.

Fig. 1-1. Árbol de problemas.



Fuente: Elaboración propia.

1.2.1. Formulación del problema

En base al análisis realizado anteriormente, que detalla los efectos negativos que generan las grandes cantidades de orujo producido en la Bodega, se formula la siguiente pregunta de investigación con respecto al problema:

¿Cuál será el impacto del tratamiento del orujo aplicando el proceso de compostaje generado en la producción de Bodega Cañón Escondido en el medio ambiente?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Elaborar una propuesta de tratamiento del orujo que permita minimizar el impacto ambiental generado por la producción mediante el proceso de compostaje en la empresa. Bodega Cañón escondido S.R.L. del departamento de Tarija.

1.3.2. Objetivos específicos

- Caracterizar el orujo como residuo sólido generado.
- Identificar las cantidades del orujo y desechos orgánicos que se generan.
- Definir el procedimiento detallado del tratamiento del orujo.
- Establecer los beneficios de la aplicación de la propuesta.
- Determinar la viabilidad y factibilidad económica de la propuesta.

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación económica

La falta de un manejo adecuado de los residuos sólidos orgánicos generados por los procesos productivos de la elaboración de vino, pueden llegar a generar impactos negativos en el medio ambiente y por ende representa una situación potencial de percibir multas y sanciones económicas por dichos impactos que se pueden generar, situación que afecta directamente a la economía de las Bodegas vitivinícolas, además de que esto puede provocar la detención la producción por estas situaciones.

Con este proyecto, se puede reducir los costos de fertilización y abonamiento de los cultivos de vid, realizando el tratamiento del orujo y otros residuos orgánicos que pueden ser empleados para elaborar compost y usarlo como abono orgánico, o se puede comercializar el mismo para su uso en otras Bodegas, ya que se tiene disponible más de 7.000 kilogramos de orujo solo en Bodega Cañón Escondido.

1.4.2. Justificación social

La aplicación de un manejo de residuos sólidos generará una mayor confianza de inversión en la región donde se encuentra el viñedo, incrementando de esta forma el desarrollo de la comunidad aledaña. Además, que coadyuva en la generación de una cultura de conciencia con la conservación del ambiente y puede ser replicable en otras Bodegas de vino de la zona. El optar por este tratamiento de los residuos sólidos orgánicos, representa un aumento en la mejora de imagen empresarial de la Bodega por el compromiso medioambiental y social que representa esta alternativa.

1.4.3. Justificación ambiental

Es importante que la empresa Bodega Cañón Escondido realice un tratamiento del orujo, ya que este representa un riesgo para el medio ambiente por los impactos que este genera por la descomposición de todos los componentes orgánicos. El proyecto se centra en el orujo, por las grandes cantidades que se generan, el resto de residuos no representan un riesgo grande, pero se debe considerarlos para lograr mejores resultados en el tratamiento de los mismos.

1.4.4. Justificación personal

El presente proyecto de grado se enfoca en “Proponer un programa de tratamiento del orujo como residuo sólido, para reducir el impacto ambiental generado por la actividad productiva en la empresa Bodega Cañón Escondido en el departamento de Tarija.” Por lo que representa una alternativa viable para las Bodegas puedan incursionar en el tratamiento de sus residuos sólidos y orienten sus procesos a la producción más limpia, además de que permitirá obtener mejores rendimientos en su producción.

1.5. Identificación de la empresa

Bodega Cañón Escondido es una empresa dedicada a la producción y comercialización de vinos en la ciudad de Tarija, ubicada en los predios de la Finca San Isidro, es considerada una bodega boutique de volúmenes controlados, ésta se caracteriza por hacer énfasis en la elaboración y producción de vinos de alta gama, utilizando métodos sustentables con el objetivo de lanzar al mercado productos transparentes y sinceros que realcen la tipicidad de cada variedad, y tratando de llevar un paisaje a una copa.

San Isidro es una finca familiar ubicada en la localidad de chañares (Ancón chico) zona perteneciente al valle central de Tarija, provincia Avilés, municipio Uriondo a 4 km del Valle de la Concepción y a 18 km de la ciudad de Tarija, actualmente cuenta con una producción de vid de buena calidad y diferentes variedades tanto de mesa, como viníferas, Su área de producción de vid es 12 hectáreas implantadas de las siguientes variedades: Tannat, Cabernet Franc, Syrah, Moscatel de Alejandría.

1.5.1. Presentación de la empresa

- **Razón social:** Microvinificadores Asociados S.R.L. Bodega Cañón Escondido.
- **Gerente general:** Jorge Alberto Ruiz Auad
- **NIT:** 389481026
- **Matricula de comercio:** 090303140063.
- **Registro SENASAG:** 09-03-03-14-0063
- **Actividad industrial:** producción y comercialización de vino

1.5.2. Componentes estratégicos

✓ Misión

Somos una bodega joven y amante de nuestra tierra. En ella ponemos toda nuestra confianza y cariño para que nuestra uva se convierta en vino.

✓ Visión

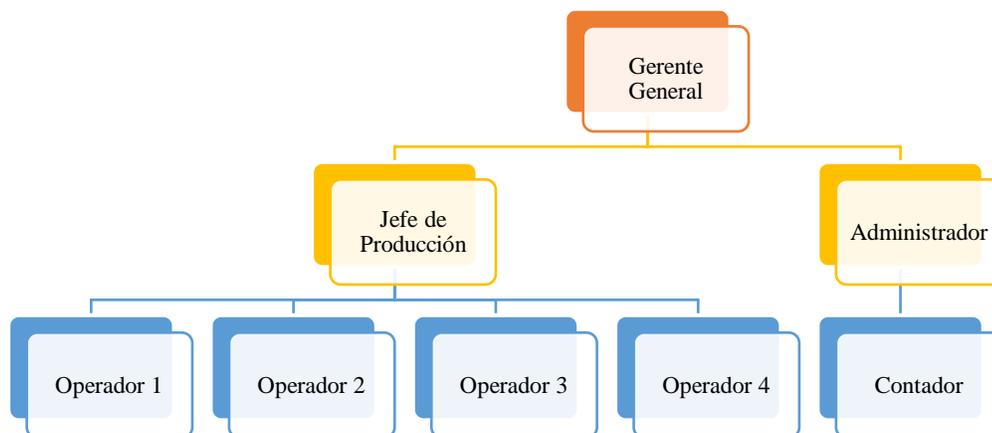
Ser una bodega dedicada a la elaboración de vinos de alta gama competitivos a nivel nacional e internacional.

1.5.3. Estructura organizacional

En Bodega Cañón Escondido, en el área de producción trabajan 4 personas por cada turno de 8 horas al día, estas personas trabajan en producción, embotellado y etiquetado de producto terminado; adicionalmente se muestra que en el área de administración trabaja 1 personas un turno de 8 horas la cual es encargada de la parte de contabilidad, administración y ventas.

A continuación, se detalla la estructura organizacional de la Bodega, dividida en producción y administración.

Fig. 1-2. Estructura organizacional de la empresa.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la empresa.

1.5.4. Localización de la empresa

Como se menciona anteriormente, la empresa está ubicada en la comunidad de Chañares (Ancón Chico) zona perteneciente al valle central del departamento de Tarija, Provincia Avilés, Municipio Uriondo, a 4 km del valle de la concepción y a 18 km del centro de la ciudad de Tarija. Esta Bodega se encuentra dentro de los predios de la Finca San Isidro, propiedad de los mismos dueños de la empresa, lugar donde se cultiva la vid para procesarla.

Fig. 1-3. Ubicación de la empresa.



Fuente: Google Earth Pro. 02-04-2023. <https://goo.gl/maps/DCU1GYdQGBc7xL1k7>

1.5.5. Productos ofrecidos en el mercado

Bodega Cañón Escondido cuenta con dos líneas de producción, vinos de alta gama cepa Tannat llegando a ser un mono varietal de alta complejidad, con características extraordinarias y línea de Finca ofreciendo vinos, jóvenes, elegantes, interesantes con estructura media alta, frescos. elaborando sus productos en tiempo de vendimia. Estos productos, se detallan en la tabla siguiente:

Tabla I-1. Variedad de productos elaborados.

NOMBRE	IMAGEN	CARACTERÍSTICAS
Tannat Reserva 2020		<ul style="list-style-type: none"> • Vino de reserva • Variedad: Tannat • Botella:750ml • Precio :110bs
Red Blend Reserva 2020		<ul style="list-style-type: none"> • Vino de alta gama • Variedad: Tannat, Syrah • Botella:750ml • Precio:95bs
Rose 2020		<ul style="list-style-type: none"> • Vino de reserva • Variedad: Tannat • Botella:750ml • Precio:65bs
Vino de Finca Tannat 2021		<ul style="list-style-type: none"> • Variedad: 95% Tannat 5% Cabernet • Franc o Cabernet Sauvignon (dependiendo de la añada). • Botella:750ml • Precio:60bs
Vino de Finca Cabernet Franc 2021		<ul style="list-style-type: none"> • De color rojo profundo con reflejos Ruby. • Botella: 750ml • Precio:59bs
Corte de Finca 2021		<ul style="list-style-type: none"> • Variedad: Corte de Finca (Tannat, • Ruby Cabernet, Cabernet Franc y Marselan). • 750ml • Precio: 59Bs

NOMBRE	IMAGEN	CARACTERÍSTICAS
Orange Wine 2021		<ul style="list-style-type: none"> • Variedad: Cofermentación de Moscatel y Ugni Blanc. • 750ml • Precio:42Bs
Oporto 2021		<ul style="list-style-type: none"> • Vino intermedio • Variedad: Ruby Cabernet, Tannat y Syrah. • 750ml • Precio:30Bs
Tinto de Finca 2020		<ul style="list-style-type: none"> • Rojo rubí con tonalidades violáceas. • Vino intermedio • 750 ml • Precio:30Bs.

Fuente: Oferta de productos de Bodega Cañón Escondido.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. Conceptos principales

2.1.1. Residuo

El término residuo hace referencia a aquellos que resultan de los procesos productivos y sirven para identificar a aquellos materiales que pueden tener valor en sí mismos al ser reutilizados o reciclados. (González, 2014)

2.1.2. Basura

La basura es todo lo que ha dejado de tener utilidad. Este material no puede reciclarse y debe ir directamente a vertederos o incineradores. (González, 2014)

2.1.3. Desecho

El término desecho se emplea para identificar a aquellos materiales sobrantes que aparentemente no pueden ser usados nuevamente. (González, 2014)

2.1.4. Compostaje

El compostaje es un procedimiento biológico de oxidación a través del cual se mezclan materiales de origen orgánico, los cuales resultan de gran utilidad para actividades como la agricultura y la jardinería. La palabra “compost” hace referencia al resultado obtenido tras el procedimiento de oxidación del compostaje. (Twenergy, 2020)

2.1.5. Abono orgánico

Los abonos orgánicos son fertilizantes elaborados artesanalmente cuya composición se basa en desperdicios y residuos animales y vegetales, además de restos leñosos e industriales. Estos desechos se degradan y mineralizan para generar un compuesto el cual, al mezclarse con la tierra, optimiza sus características químicas, físicas y biológicas, dejando así el terreno listo para obtener cosechas vegetales sanas. (Mercado, 2019)

2.1.6. Orujo

El orujo, es el residuo sólido obtenido tras la extracción del zumo de uva y el principal subproducto del proceso de elaboración del vino. (Baraybar y Monje, 2017).

2.2. Residuos sólidos industriales

Los residuos industriales son aquellos que resultan de los procesos de fabricación, transformación, utilización, consumo, limpieza o mantenimiento generados por la actividad industrial. (García, 2018)

2.2.1. Tipos de residuos industriales

Según García (2018), los residuos industriales se pueden clasificar de la siguiente manera:

- **Residuos inertes:** Son aquellos que no presentan grandes riesgos para la salud de las personas o para el medio ambiente. Se pueden depositar, verter o almacenar sin tratamiento previo.
- **Residuos asimilables a residuos urbanos:** Suelen tener una composición orgánica degradable y su tratamiento es similar al que se utiliza para la gestión de residuos urbanos.
- **Residuos especiales o peligrosos:** Tienen un potencial contaminante alto y pueden suponer un grave riesgo para la salud humana y para el medio ambiente. Requieren un tratamiento especial, además es necesario identificarlos bien y almacenarlos de manera diferente al resto.

De igual manera, la clasificación de los residuos sólidos es muy amplia, según su composición se puede distinguir entre:

- ✓ **Residuo orgánico.** Engloba todo desecho de origen biológico (desecho orgánico), que alguna vez estuvo vivo o fue parte de un ser vivo, por ejemplo: hojas, ramas, y residuos de la fabricación de alimentos en el hogar.
- ✓ **Residuo inorgánico.** Es todo desecho sin origen biológico, de índole industrial o de algún otro proceso artificial, por ejemplo: plásticos o telas sintéticas.
- ✓ **Mezcla de residuo.** Se refiere a todos los desechos de residuos mezclados resultado de una combinación de materiales orgánicos e inorgánicos
- ✓ **Residuo peligroso.** Se refiere a todo residuo, orgánico e inorgánico, que tiene potencial peligroso.

2.2.2. Tratamiento de residuos

Los sistemas de tratamiento de residuos incluyen la operación o conjunto de operaciones que tienen por objetivo modificar las características físicas, químicas o biológicas de un residuo. Estas acciones tienen como fin:

- ✓ Reducir o neutralizar las sustancias peligrosas que contienen los residuos.
- ✓ Recuperar materias o sustancias valorizables.
- ✓ Minimizar la basura que se desecha.
- ✓ Fomentar el cuidado del medio ambiente.
- ✓ Promover el desarrollo sostenible.
- ✓ Facilitar el uso como fuente de energía o adecuar el residuo para su posterior tratamiento finalista. (ECOLEC, 2019)

El tratamiento se realiza con el fin de que los residuos industriales perjudiquen lo menos posible el medio ambiente y la salud de las personas. Para ello se cambian sus características físicas, químicas y biológicas. Los tratamientos dependerán del tipo de residuo industrial que tengamos, no se tratan de la misma forma los residuos industriales peligrosos que los residuos industriales no peligrosos. Algunos ejemplos de tratamientos son:

- ✓ Físico-químicos
- ✓ Biológicos
- ✓ Térmicos
- ✓ Rellenos sanitarios
- ✓ Reciclaje
- ✓ Encapsulación

2.2.3. Aprovechamiento de residuos sólidos

Es el proceso mediante el cual, a través de la recuperación de los materiales provenientes de ciertos residuos, se realiza su reincorporación al ciclo económico productivo en forma ambientalmente eficiente por medio de procesos como la reutilización y el reciclaje. (Sistema Verde, 2020)

Este proceso, fundamental en la economía circular, es de vital importancia para dar una segunda vida a los residuos, minimizando de esta manera la contaminación del entorno y la extracción de materia prima procedente de la naturaleza. El aprovechamiento viene de la mano con el tratamiento, para lo cual se emplea las siguientes técnicas:

- ✓ **Preparación para su reutilización:** preparar aquellos productos que se hayan tirado como residuos para su uso. Para ello se limpian y reparan, pero no sufren transformaciones.
- ✓ **Compostaje:** es un proceso biológico que bajo ciertas condiciones controladas transforma los residuos orgánicos en un material llamado compost.
- ✓ **Biometanización:** en ausencia de oxígeno y gracias a microorganismos, este proceso biológico transforma la materia orgánica en biogás, utilizado para producir calor y electricidad.
- ✓ **Clasificación de material:** es la clasificación de residuos. Su función es separar las fracciones valorizables de la mezcla de residuos para su comercialización. Se utilizan procesos automáticos y manuales.
- ✓ **Tratamiento biológico:** son tratamientos para la materia orgánica procedente de la fracción resto.
- ✓ **Incineración:** consiste en la combustión de todos los residuos con recuperación/generación de energía eléctrica.
- ✓ **Pirólisis:** es la degradación térmica de los residuos en ausencia de oxígeno. El resultado son gases, líquidos o materiales de naturaleza inerte.
- ✓ **Gasificación:** es un proceso mediante el cual se transforma la materia orgánica de los residuos urbanos en un gas valorizable.

2.3. Impacto ambiental

Un impacto ambiental es la alteración significativa del ambiente, de los sistemas naturales y transformados y de sus recursos, provocada por acciones humanas y de carácter positiva o negativa. Cuando son directos involucran la pérdida parcial o total de un recurso o deterioro de una variable ambiental y cuando son indirectos inducen y/o generan otros riesgos sobre el ambiente. (Espinoza, 2001)

2.3.1. Prevención de impactos

El principio de prevención, cuyo objetivo es evitar la contaminación desde el origen antes de que sea necesaria la minimización de sus efectos o la restauración de recursos afectados y el principio de «quien contamina paga», son tomados como bases para evitar, reducir y, en la medida de lo posible, eliminar la contaminación derivada de las actividades industriales. (Comunidad de Madrid, 2020)

2.3.2. Mitigación de impactos

Se define como medidas de mitigación de impactos ambientales al conjunto de acciones de prevención, control, atenuación, restauración y/o compensación de impactos ambientales negativos. Por extensión, también se consideran medidas de mitigación aquellas que mejoran, propician y/o potencian los impactos ambientales positivos. Se busca prevenir los impactos antes de que ocurran.

Las medidas de mitigación se basan, preferentemente, en la prevención y no en la corrección de los impactos ambientales. Este criterio se apoya en la necesidad de minimizar con eficiencia los efectos ambientales y en que el costo de corrección es generalmente superior al de prevención. (CHAER, 2020)

2.3.3. Evaluación de impacto ambiental

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) tiene por objetivo identificar y predecir, los impactos que un proyecto, obra o actividad pueda ocasionar sobre el medio ambiente y la población con el fin de establecer las medidas necesarias para evitar o mitigar aquellos impactos negativos que se pueden generar e incentivar aquellos positivos. (Fundación Solón, 2020)

El Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EEIA) tiene por objetivo identificar y evaluar los potenciales impactos positivos y negativos que pueda causar la implementación, operación, futuro inducido, mantenimiento y abandono de un proyecto, obra o actividad.

El EEIA busca establecer las medidas necesarias para evitar, mitigar o controlar los impactos negativos e incentivar los efectos positivos.

La identificación de los impactos debe incluir un inventario, valoración cuantitativa y cualitativa de los efectos del proyecto sobre los aspectos ambientales y socioeconómicos del área de influencia del mismo. Debe distinguir los efectos positivos de los negativos, los directos de los indirectos, los temporales de los permanentes, los a corto plazo de los a largo plazo, los reversibles de los irreversibles, y los acumulables y sinérgicos.

El EEIA debe formular medidas de mitigación para la prevención, reducción, remedio o compensación para cada uno de los impactos negativos evaluados como importantes, así como considerar alternativas y justificar las soluciones adoptadas.

2.4. Gestión integral de residuos sólidos

Es el conjunto de actividades encaminadas a reducir la generación de residuos, a realizar el aprovechamiento teniendo en cuenta sus características, volumen, procedencia, costos, tratamiento con fines de valorización energética, posibilidades de aprovechamiento y comercialización. También incluye el tratamiento y disposición final de los residuos no aprovechables. (Rivas, 2018)

2.4.1. Etapas de la gestión integral

De acuerdo a ATICA (2021), la gestión integral de residuos sólidos tiene como objetivo primordial la reducción de los residuos enviados a la disposición final, por lo que se considera una serie de fases o etapas para su cumplimiento, las etapas que componen la gestión integral de los residuos sólidos industriales, son las siguientes:

1. **Diagnóstico:** En esta etapa lo que se busca, en primera instancia, es identificar el estado de los residuos y la forma en cómo están siendo almacenados.
2. **Separación:** La separación es uno de los aspectos fundamentales de una buena gestión de residuos. Esta etapa consiste en separar selectivamente los desechos que proceden de las fuentes de donde fueron creados. A partir de allí, se da inicio a un conjunto de actividades y procesos para la clasificación de estos elementos.

3. **Recolección y transporte:** La recolección debe llevarse a cabo de forma cuidadosa y selectiva. Por lo general, se establecen horarios para recoger y separar los residuos orgánicos, inorgánicos, reciclables, peligrosos, etc. y determinar cuáles de ellos serán llevados a un sitio de disposición final.
4. **Tratamiento:** La etapa de tratamiento consiste en obtener materiales nuevos o materia prima para otros artículos a partir de los residuos que han sido separados. Dichas transformaciones pueden ser de carácter químico o físico. Mientras las físicas se concentran en modificar aspectos como la forma o el tamaño, los químicos se enfocan en cambiar los componentes de su estructura.
5. **Comercialización:** Una vez que los materiales han sido separados y transformados, pueden ser comercializados. Para garantizar esta etapa, es indispensable calcular la cantidad de residuos aprovechables.
6. **Disposición final:** La disposición final es la etapa en donde se aíslan y almacenan los residuos no aprovechables de forma definitiva. Estos se llevan a sitios específicos para evitar la contaminación y los daños a la salud humana.

2.5. Tratamiento de residuos orgánicos

Dentro de los residuos orgánicos se encuentran los biorresiduos, los cuales están constituidos por los residuos de plantas, residuos de alimentos y de cocina procedentes de hogares, así como, residuos comparables a los anteriores procedentes de la industria de procesado de alimentos. Por lo tanto, en este tipo de residuos podemos encontrar desde pieles de fruta y verdura y demás. Es necesario reciclar estos residuos orgánicos para evitar un impacto ambiental negativo, y de esta manera mejorar la calidad de los suelos, disminuir los gases de efecto invernadero, etc.

El tratamiento de residuos orgánicos se puede realizar por compostaje o por digestión anaeróbica. En el compostaje interviene el oxígeno, y se transforman los residuos en compost, que se puede utilizar como abono orgánico. Esta es la descomposición gracias a microorganismos como hongos y bacterias, y suele tardar entre 10 y 16 semanas.

Por otra parte, en la digestión anaeróbica o biometanización no se utiliza el oxígeno, y mediante los microorganismos, los residuos se transforman en biogás (una mezcla de metano, dióxido de carbono y otros gases). El biogás es un buen combustible, y sirve para generar calor y/o energía eléctrica, mientras el producto digerido se suele deshidratar y estabilizar aerobiamente para obtener compost. (Hernandez, 2019)

2.6. Compostaje

La palabra “compost” hace referencia al resultado obtenido tras el procedimiento de oxidación del compostaje. También conocido como composta, este material orgánico es completamente libre de olores y a simple vista puede confundirse con la tierra, debido a su color y composición (Twenergy, 2020). En este procedimiento intervienen diferentes agentes que hacen posible la descomposición:

- ✓ **Microscópicos:** como las bacterias, los microorganismos o los hongos.
- ✓ **Macroscópicos:** lombrices, hormigas, babosas y otros descomponedores.
- ✓ **Residuos orgánicos:** tras un tratamiento de residuos adecuado, la basura orgánica puede ser aprovechada para convertirse en compost.

2.6.1. Tipos de compostaje

Los tipos de compostaje varían de acuerdo a la técnica empleada para poder obtener el compost deseado y según la pila (o estructura) que se seleccione (Twenergy, 2020). Existen tres tipos de compostaje que se detalla a continuación:

- **Compostaje en Pilas Estáticas:** Las estructuras del procedimiento de compostaje poseen tapa y, dentro de ellas, se vierten los residuos orgánicos que serán convertidos en composta. Luego se cubre con una capa de hojas o aserrín (para mantener humedad), se añade cal para evitar olores desagradables.
- **Compostaje en Pilas Estáticas Aireadas:** A diferencia de la técnica de compostaje anterior, en esta se airean los desechos orgánicos a través de una tubería donde pasa el aire. Además, a través de ese sistema de tubería es posible controlar la temperatura para evitar gérmenes.

- **Compostaje en Pilas De Volteo:** El último tipo de compostaje es el que más se utiliza en el sector. Este consiste en voltear o girar la estructura donde se haya depositado la materia orgánica para que, de forma manual o mecánica, el oxígeno ingrese a ella. A su vez, el compostaje en pilas de volteo es útil para evitar que la masa que en un futuro será compost se compacte.

2.6.2. Fases del compostaje

De acuerdo al Portal Twenergy (2020), las fases del compostaje son cuatro y pueden variar de acuerdo al tiempo y tipo de procedimiento seleccionado.

- **Fase I:** La primera fase del compostaje recibe el nombre de mesófila. En ella, la materia orgánica está fresca y se encuentra a temperatura ambiente, motivo por el cual la descomposición inicia de forma natural.
- **Fase II:** En la segunda fase, denominada termófila, las bacterias y hongos degradan la celulosa y transforman el nitrógeno en amoníaco. Lo anterior hace que la temperatura empiece a ascender y, por lo tanto, el pH también.
- **Fase III:** En la fase de enfriamiento las fuentes de carbono se agotan. Sin embargo, no son las únicas que se pierden, también se agota el nitrógeno que poseía el material orgánico.
- **Fase IV:** La última fase del compostaje recibe el nombre de maduración y, es un procedimiento largo. Esta fase puede tardar incluso meses, si se realiza a temperatura ambiente.

2.6.3. Beneficios del compost

De acuerdo al Portal lanza Digital (2015), el compostaje permite reducir y reciclar residuos orgánicos, generando un sustrato muy útil, cuyos beneficios son:

- ✓ Contribuye al incremento de materia orgánica de los suelos agrícolas, y por tanto a la mejora de su fertilidad, estructura y retención hídrica, previniendo así su erosión y degradación.
- ✓ Ahorra recursos y de uso de abonos químicos, ya que contiene macronutrientes (N, P, K) y micronutrientes indispensables para el crecimiento de las plantas.

- ✓ Disminuye la emisión de los gases del efecto invernadero. Con la valorización de los residuos orgánicos como compost, disminuyen las entradas de residuos biodegradables en los depósitos controlados y en las incineradoras, y por tanto las emisiones de metano (CH₄) debido al proceso de descomposición anaerobia y las emisiones de CO₂ debido al proceso de combustión.
- ✓ Retiene carbono en el suelo, mejorando el potencial de reserva de carbono.
- ✓ Se cierra el ciclo de la materia orgánica. Al valorizar la materia orgánica de los residuos orgánicos en compost, que se utilizará en la agricultura para la producción de alimentos, cerramos el ciclo de la materia orgánica.

2.7. Compostaje de orujo

La utilización del compost de orujo de uva, a partir de los residuos prensados de la pepita de la uva, los raspones y los hollejos no es una alternativa experimental, sino que es una opción que los agricultores pueden aprovechar para mejorar la calidad de los cultivos de vid. (Lanza Digital, 2015)

El orujo como tal, es una mezcla formada por raspones de racimos, hollejos y pulpa de la uva, de fácil descomposición, junto con las semillas, mucho más estables al poseer una cubierta lignocelulósica. El compostaje estabiliza biológicamente los residuos peligrosos, elimina posibles patógenos y reduce respectivamente el contenido en sustancias orgánicas fitotóxicas y el potencial inmovilizador de nitrógeno.

El compost se obtiene mediante un proceso aeróbico que combina fases termófilas y mesófilas para conseguir una transformación higiénica de los residuos orgánicos por fermentación e interacción de microorganismos saprofitos que transforman el material vegetal en un producto más estable y mineralizado que es aplicable al suelo como abono o enmienda orgánica para mejorar características físico químicas.

2.7.1. Compostaje en pilas

La tecnología para el compostaje en pilas es relativamente simple, y es el sistema más económico y el más utilizado. Los materiales se amontonan sobre el suelo o pavimento, sin comprimirlos en exceso, siendo muy importante la forma y medida de la pila.

Es uno de los sistemas más sencillos y más económicos. Esta técnica de compostaje se caracteriza por el hecho de que la pila se remueve periódicamente para homogeneizar la mezcla y su temperatura, a fin de eliminar el excesivo calor, controlar la humedad y aumentar la porosidad de la pila para mejorar la ventilación. (Lanza Digital, 2015)

Estos sistemas permiten tener un mayor control de la concentración de oxígeno y mantenerla en un intervalo apropiado (15-20 %) para favorecer la actividad metabólica de los microorganismos aerobios que desarrollan el proceso. Una vez que se constituye la pila, no se toca, en general, hasta que la etapa activa de compostaje sea completa.

Después de cada volteo, la temperatura desciende del orden de 5 o 10 °C, subiendo de nuevo en caso que el proceso no haya terminado. La frecuencia del volteo depende del tipo de material, de la humedad y de la rapidez con que deseamos realizar el proceso, siendo habitual realizar un volteo cada 6 - 10 días. Normalmente se realizan controles de temperatura, humedad y oxígeno para determinar el momento óptimo para el volteo.

El compostaje en pilas simples es un proceso muy versátil y con escasas complicaciones. Se ha usado con éxito para compostar estiércol, restos de poda, fangos y residuos sólidos urbanos. El proceso logra buenos resultados de una amplia variedad de residuos orgánicos y funciona satisfactoriamente mientras se mantienen las condiciones aerobias y el contenido de humedad. Las operaciones de compostaje pueden continuar durante el invierno, pero se ralentizan como resultado del frío.

2.7.2. Contaminantes a tratar con elaboración del compost

Se tienen estudios centrados en compostar los residuos de los racimos, potencialmente dañinos para el desarrollo y el crecimiento de las plantas (tienen muchos polifenoles), a través de su almacenamiento y fermentación hasta que se estabilizan, pierden los elementos fitotóxicos o contaminantes. (Lanza Digital, 2015)

En el caso del nitrógeno, para una mejor absorción y que pase a ser un elemento nutritivo para la planta hay que ajustar el riego y las dosis de compost, en una proporción de dos kilos por cada metro lineal. El sustrato libera el fósforo en los primeros estados de la fermentación.

2.8. Composición del orujo

La palabra orujo viene del latín “volucolum” que quiere decir funda, envoltorio o pielecilla que envuelve. Según Rodríguez (2017), el orujo de uva está conformado por los siguientes elementos:

- ✓ Hollejo o piel del grano, es el auténtico pericarpio del fruto, dentro del cual están contenidos los tejidos intersticiales, donde se deposita el mosto o azúcares que al fermentar formarán el alcohol y los aldehídos aromáticos. Desde el punto de vista de la alimentación y sabor constituye el componente fundamental.
- ✓ Pepitas o semillas, para su digestibilidad deben procesarse, contienen ácidos grasos insaturados, linoleico y oleico, que no son sintetizados por el organismo debiéndose ingerir mediante alimentos.
- ✓ Raspón o escobajo, de baja riqueza nutritiva y consistencia leñosa, debido a su elevado contenido de celulosa y lignina, es separado previamente del resto del grano de uva en los procesos de vinificación mediante el despallado.

2.8.1. Tipos de orujos

Según Rodríguez (2017), de acuerdo al sistema o proceso industrial enológico se obtiene diferentes tipos de orujos:

- ✓ Orujos vírgenes, llamados también orujos crudos. Proviene de un sistema de vinificación en el que son separados antes de que el mosto haya iniciado su fermentación, es el método que se utiliza para la elaboración de vinos blancos. Presentan un alto contenido de azúcar.
- ✓ Orujos fermentados, se los obtiene después de la elaboración de vinos tintos donde el mosto fermenta con el orujo. Son ásperos, ricos en taninos y alcohol. Pueden destilarse.
- ✓ Orujos lavados, son aquellos fermentados y lavados ulteriormente para recuperar entre el 5 y el 10% de vino que contienen al salir de las tinajas o lagares de fermentación. Existen en grandes cantidades y no se destilan.
- ✓ Orujos destilados, procedentes de alambiques de destilación.

2.8.2. Composición fisicoquímica de los orujos de uva

Según datos de la Organización Internacional del Vino (2015), el procesado de la uva genera un 20% de residuos sólidos, en concreto 100 kilos de uva generan unos 25 kilos de desechos, de los cuales el 50% son pieles de uva, el 25% tallos y el 25% restante semillas. Sin embargo algunos estudios revelan que aproximadamente se obtiene entre un 20% y 30% de orujo sobre el peso de uva. Se requiere de 122 kilos de uva para obtener 100 litros de vino, generando unos 30,5 kilogramos de orujos como residuos.

El orujo tiene una variedad de componentes en las semillas y holluejos, en base a esto, en la tabla siguiente se detalla la composición química del orujo de uva:

Tabla II-1. Composición química del orujo de uva.

COMPONENTES	SEMILLAS	HOLLEJOS
Agua	25 - 45 %	78 - 80 %
Ácidos orgánicos	-	0,8 - 1,6 %
Azúcares	34 - 36%	0,4 - 1,3 %
Taninos	4 - 10%	0 - 0,5 %
Compuestos nitrogenados	4 - 6,5 %	10 - 15 %
Minerales	2 - 4 %	1,5 - 2 %
Lípidos	6 - 11,4 %	-

Fuente: Análisis del orujo de uva. (Flanzy, 2013)

Los lípidos presentes en los orujos se encuentran en las pepitas y están formados principalmente por ácidos grasos poliinsaturados. Contienen carbohidratos (29,2 g/100 g de lípidos) en forma de pectina, principalmente fructosa y glucosa. Asimismo, los orujos contienen, tanto en las pieles como en las pepitas, antioxidantes de naturaleza polifenólica en su mayoría: resveratrol, flavonoides, antocianos, y otro excepto tocoferol y β -carotenos. El contenido total de Polifenoles y de taninos es de aproximadamente el 1,5 % y el 1,7 % respectivamente.

De acuerdo a un estudio de Cotacallpa et al. (2020), que realizaron para el tratamiento del orujo de uva mediante el proceso de compostaje considerando procesos de destilación de alcohol, controles de fenólicos y flavonoides, , teniendo como resultados los siguientes:

Tabla II-2. Composición, conductividad eléctrica y pH del orujo.

Nitrógeno (%)	Fosforo (%)	Potasio (%)	Conductividad Eléctrica (mmhocm)	pH
0,3 – 1,5*	0,1 – 1,0	0,3 – 1,0	<5,0	4,5 – 8,5
(compost maduro)			(Compost clase A)	
2,5 - 3,0			5,0 – 12	
(compost inmaduro)			(compost clase B)	
0,79 – 0,03				
Resultados de Estudio				
2,66	1,3	1,79	6,32	6,8

Fuente: Compostaje de tres tipos de materia orgánica. (Zambonino, 2013)

El compost obtenido resultó con 64.66% de materia orgánica, 6.80 de pH, 6.32 mmho/cm de conductividad eléctrica, 2.66% nitrógeno total, 1.30% fósforo total y 1.97% potasio total. El porcentaje de materia orgánica es superior a lo citado por Zambonino (2013) quien obtuvo 39.43%, y la Comisión Nacional de Medio Ambiente de Chile (CNMA, 2000) menciona que el contenido de materia orgánica para todos los tipos de compost debe ser mayor o igual a 25%. De acuerdo a la clasificación de la Tabla 1.1, el compost obtenido corresponde al tipo inmaduro; los valores de fósforo y potasio son relativamente mayores, en conductividad eléctrica le corresponde clase B y el pH se muestra dentro del intervalo sugerido.

Para los fenólicos totales, el orujo con una sola fermentación alcanzó 4.4174 mg ácido gálico/g muestra, y con segunda fermentación 8.0918 mg ácido gálico/g muestra. El resultado de flavonoides totales en primera fermentación alcanzó a 1.04 mg quercetina/g muestra y segunda fermentación 1.15 mg quercetina/g muestra.

2.9. Normativa ambiental vigente

2.9.1. Ley 1333

La Ley del Medio Ambiente tiene por objeto la protección y conservación del medio ambiente y los recursos naturales, regulando las acciones del hombre con relación a la naturaleza y promoviendo el desarrollo sostenible con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población. (Honorable Congreso Nacional, 1992)

2.9.2. Ley 755

La Ley de Gestión Integral de Residuos, tiene por objeto establecer la política general y el régimen jurídico de la Gestión Integral de Residuos en el Estado Plurinacional de Bolivia, priorizando la prevención para la reducción de la generación de residuos, su aprovechamiento y disposición final sanitaria y ambientalmente segura, en el marco de los derechos de la Madre Tierra, así como el derecho a la salud y a vivir en un ambiente sano y equilibrado. (Asamblea Legislativa Plurinacional , 2015)

Artículo 36. (GESTIÓN OPERATIVA DE LOS RESIDUOS INDUSTRIALES)

I. La gestión operativa de residuos industriales es responsabilidad del generador y podrá realizarse por cuenta propia o a través de operadores autorizados, cumpliendo con los requisitos establecidos en la normativa sectorial vigente.

III. Todo generador u operador, cuando corresponda, deberá realizar una gestión diferenciada de los residuos cumpliendo las siguientes disposiciones:

- a. Separar y almacenar en residuos industriales peligrosos, no peligrosos y especiales.
- b. La disposición final de residuos industriales se realizará según autorización de la normativa vigente.
- c. Realizar el tratamiento de los residuos en los propios establecimientos industriales o en instalaciones de tratamiento, municipales o privadas, cumpliendo los requisitos técnicos y ambientales para el efecto;
- d. Incorporar la Gestión Integral de Residuos como parte del plan de manejo ambiental.
- e. Controlar la contaminación que puedan generar sus residuos, priorizando la reducción de su peligrosidad y el aprovechamiento de los mismos.
- f. Llevar un registro de los residuos peligrosos que incluya el tipo, composición y cantidad.
- g. Proporcionar información sobre la generación de residuos y su gestión a requerimiento de las entidades territoriales autónomas de su jurisdicción.

2.9.3. RASIM

El Reglamento Ambiental del Sector Industrial Manufacturero (2002), tiene por objeto regular las actividades del Sector Industrial Manufacturero. Los objetivos del presente Reglamento son: reducir la generación de contaminantes y el uso de sustancias peligrosas, optimizar el uso de recursos naturales y de energía para proteger el medio ambiente; con la finalidad de promover el desarrollo sostenible.

Artículo 80. (Generación de residuos). Con el objeto de reglamentar las actividades de las industrias que puedan contaminar el medio ambiente con residuos sólidos, se consideran de prioritaria atención los siguientes residuos:

- a. Residuos de los procesos industriales;
- b. Residuos de los procesos de descontaminación;
- c. Envases y embalajes de materias primas e insumos;
- d. Materiales de tratamiento y limpieza de materias primas, equipos y ambientes;
- e. Equipos, maquinarias en desuso, partes y piezas;
- f. Residuos de sus productos.

Artículo 81. La industria es responsable de la prevención y control de la contaminación que generen sus residuos sólidos, debiendo realizar esfuerzos en:

- a. La reducción en la generación de residuos de sus procesos;
- b. La optimización de operaciones, procesos y mantenimiento de sus equipos;
- c. La recuperación, reciclaje y reuso de los residuos de sus procesos;
- d. El diseño e implementación de programas de minimización de impactos y/o recuperación de envases y residuos de sus productos.

CAPÍTULO III

DIAGNOSTICO INICIAL E

IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

ORGÁNICOS GENERADOS

3.1. Introducción

En este capítulo, se realiza un análisis detallado y pormenorizado de la producción y el funcionamiento general de Bodega Cañón Escondido, es importante conocer la situación actual de la empresa, para identificar las falencias o problemas que puedan surgir durante la producción.

Se dará una especial atención a los riesgos e impactos ambientales que ocasiona la empresa, ya que el presente proyecto está orientado a brindar una solución a los residuos orgánicos que se generan.

3.2. Materia prima empleada

La materia prima principal para elaborar los vinos, es la uva, misma que cultivan cuatro variedades que procesan en la Bodega, estas variedades son las siguientes:

Tabla III-1. Variedades de uva empleadas en la producción.

NOMBRE	IMAGEN	DESCRIPCIÓN
Tannat		Los vinos elaborados con esta variedad de uva suelen ser de color muy oscuro y presentan aromas a frutos negros, chocolate, té negro, cuero, entre otros. El tannat es un vino en el cual resalta su aspecto de nobleza.
Cabernet Franc		El cabernet franc es una de las uvas tintas más plantadas en el mundo. Se usa, sobre todo, para mezclarse con otras variedades de uva, pero también se puede vinificar sola.
Syrah		La syrah, también conocida como shiraz, es una uva tinta que se cultiva en todo el mundo y se usa sobre todo para producir vino tinto. Tiene un aspecto cilíndrico y alargado.
Moscatel de Alejandría		Es una variedad de brotación temprana, de cepa escasa, pero de pámpano erguido. Es resistente a la sequía. Sus racimos son grandes y lagos, de aspecto desgarrado.

Fuente: Área de Producción Bodega Cañón Escondido.

3.3. Maquinaria y equipos empleados

La maquinaria y equipos que se utiliza en la bodega Cañón Escondido, son en su mayoría de acero inoxidable y tiene importantes ventajas para la producción de vinos, entre las que resalta:

- ✓ **Higiene:** El acero inoxidable cuenta con un alto contenido en cromo, es capaz de eliminar a las bacterias, así como mantenerse limpio en cualquier ambiente o temperatura, por lo que minimiza la contaminación de los vinos.
- ✓ **Resistencia a la corrosión:** El acero inoxidable es un material bastante resistente a la corrosión. Esto garantiza la inexistencia de toxicidad y la conservación óptima de todas las propiedades organolépticas tales como textura, olor, sabor, color y apariencia del vino.

Tabla III-2. Maquinaria y equipos empleados en la Bodega.

NOMBRE	IMAGEN	DESCRIPCION
Balanza		Se utiliza al momento de pesar todos los suministros
Despalilladora		Remueve los tejidos fibrosos de la vid, que, de otra manera, formarían parte del proceso de exprimido o trituración.
Tanques de Almacenamiento de acero inoxidable		Son 5 tanques 3 de 8000 litros y 2 de 2800 litros cada uno utilizados para almacenar el vino
Tanques de hormigón y acero inoxidable en el Interior		Son 2 deposito ovoidales 3300 litros de hormigón con interior de acero inoxidable utilizados para el almacenamiento de vino
Barricas		Son 12 barricas de roble americano 6 de 225 litros y 6 de 300 litros

NOMBRE	IMAGEN	DESCRIPCION
Tinacos de Plástico		Son utilizados para el almacenamiento de vino antes de entrar al proceso de clarificación
Maquina embotelladora		La máquina embotelladora es semiautomática.
Prensa		Se utiliza para la separación del orujo del vino
Copas		Utilizadas para realizar las muestras más que todo se observa el color del vino
Tachos		Se utilizan más que todo para la desinfección de las botellas antes de envasar
Termómetro		Se lo utiliza para la medición de la temperatura del vino
Bomba		La bomba se utiliza para desmontar los vinos (trasladar de un tanque a otro)

Fuente: Área de Producción Bodega Cañón Escondido.

3.4. Descripción detallada del proceso productivo

El proceso de producción consta de una serie de etapas que se desarrollan para obtener los vinos, se realiza una vez al año, las actividades a realizar son las siguientes:

- **Vendimia:** está dentro del proceso de elaboración del vino porque es imprescindible la recolección de la uva, que en Tarija la cosecha de uva suele ser enero, febrero y marzo. Además, cuando se recoge la uva tiene que mostrar un estado apto de maduración para poder así, extraer la mayor calidad de ella.
- **Recepción de materia prima:** Es el proceso inicial de todos los productos, se basa en la recaudación de la materia prima a convertir, la que se evalúa con rigurosidad, se toma muestra la cual es evaluada en un laboratorio.
- **Despallado:** Este proceso es por el cual se separan las uvas del resto del racimo, que se conoce como raspón. El objetivo de separar las uvas de las ramas y/o hojas es porque aportan sabores y aromas que son amargos al caldo durante la maceración.
- **Estrujado:** Desgranado el racimo, las uvas se pasan por una pisadora para conseguir que se rompa la piel de la uva, llamada hollejo. Así se extrae el jugo para facilitar el siguiente paso, pero no se debe estrujar demasiado para evitar que se rompan las semillas de las uvas, que aportarían amargor al caldo.
- **Fermentación:** El jugo que se extrae se mantendrá a una temperatura controlada durante unos días, permitiendo así la fermentación y así adquiriendo el color requerido. En estos depósitos y a través de sus propias levaduras, comienza el proceso de fermentación alcohólica ya que, en ellas, el azúcar de las uvas termina transformándose en alcohol etílico. Este proceso dura, dependiendo el tipo de vino y no debe ser superior a temperaturas de 29°C.
- **Prensado:** Como el producto sólido de la fermentación aún contiene grandes cantidades de vino tras el descube (acción que consiste en separar el vino de las partes sólidas de la uva), es sometido a un prensado para extraer el líquido. Los restos sólidos que se derivan del prensado se emplean para la elaboración de orujos y otros productos.

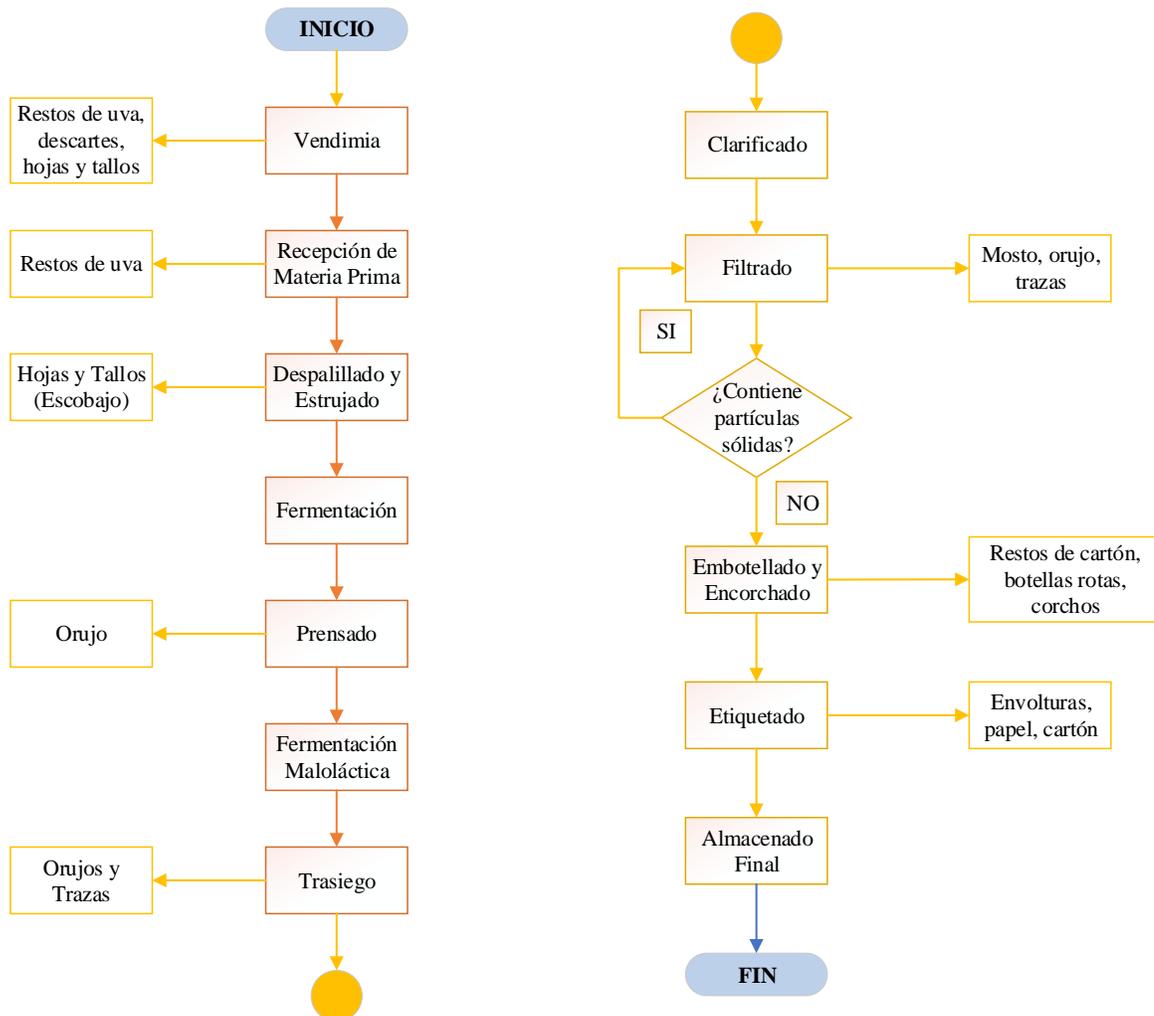
- **Fermentación maloláctica:** El vino que se obtiene durante los pasos anteriores se vuelve a someter a un nuevo proceso de fermentación. A través de este proceso se rebaja el carácter ácido del vino y lo hace mucho más agradable al consumo. El proceso de envejecimiento o crianza es uno de los puntos de mayor importancia para la elaboración un vino. En este proceso, el vino es introducido en sus barricas para que adquiriera notas aromáticas que durante la cata se pueden distinguir. Durante la estancia en las barricas, el vino va evolucionando y desarrollando diferentes características.
- **Trasiego:** El trasiego implica mover el vino de unas barricas a otras. Muchas veces se realiza antes de la crianza y en ocasiones después, ya que no se tienen a disponibilidad muchas barricas de roble, mientras el vino descansa en la bodega, se debe airear el vino.
- **Clarificado:** La clarificación implica limpiar el vino para que no esté turbio, pero también para retirar aquel particular no deseadas. Una clarificación excesiva, hace que el vino quede muy limpio, lo que le quitan las propiedades de sabor que se habían buscado. Se utiliza solo claras de huevo para esta operación, los residuos no son considerables.
- **Filtrado:** El filtrado se realiza mediante una malla de tipo tamiz con espacios muy reducidos que permite retener todas las partículas sólidas y restos que quedan del trasiego y clarificado. En este punto se obtiene el producto final. En esta operación es donde se obtienen todos los residuos que se vienen acumulando de etapas anteriores, los mismos contienen todos los residuos que quedaron de la fermentación y el prensado.
- **Embotellado:** Una segunda parte del periodo de crianza tiene lugar en el embotellado, durante este tiempo el vino evoluciona y asimila el oxígeno que se introduce en la botella. En definitiva, modo estos son los pasos que se suelen seguir para la elaboración del vino, aunque cada bodega tiene sus secretos y suele aportar su toque personal.
- **Almacenamiento temporal:** Una vez que se realiza el embotellado. se procede al almacenamiento del producto en las áreas designadas.

- **Etiquetado y envasado:** En este proceso se realiza con el etiquetado manualmente, en el área de empaque se realiza el ensachetado que es una envoltura con nailon y también en cajas respectivas de cartón.
- **Almacenamiento final:** Una vez que se obtiene el producto final está listo para comercializarlo con el mercado y el comprador final.

3.4.1. Diagrama de flujo del proceso

A continuación, se detalla de manera simplificada el proceso productivo actual que se realiza en Bodega Cañón Escondido y los residuos que salen de cada etapa.

Fig. 3-1. Flujograma de producción.

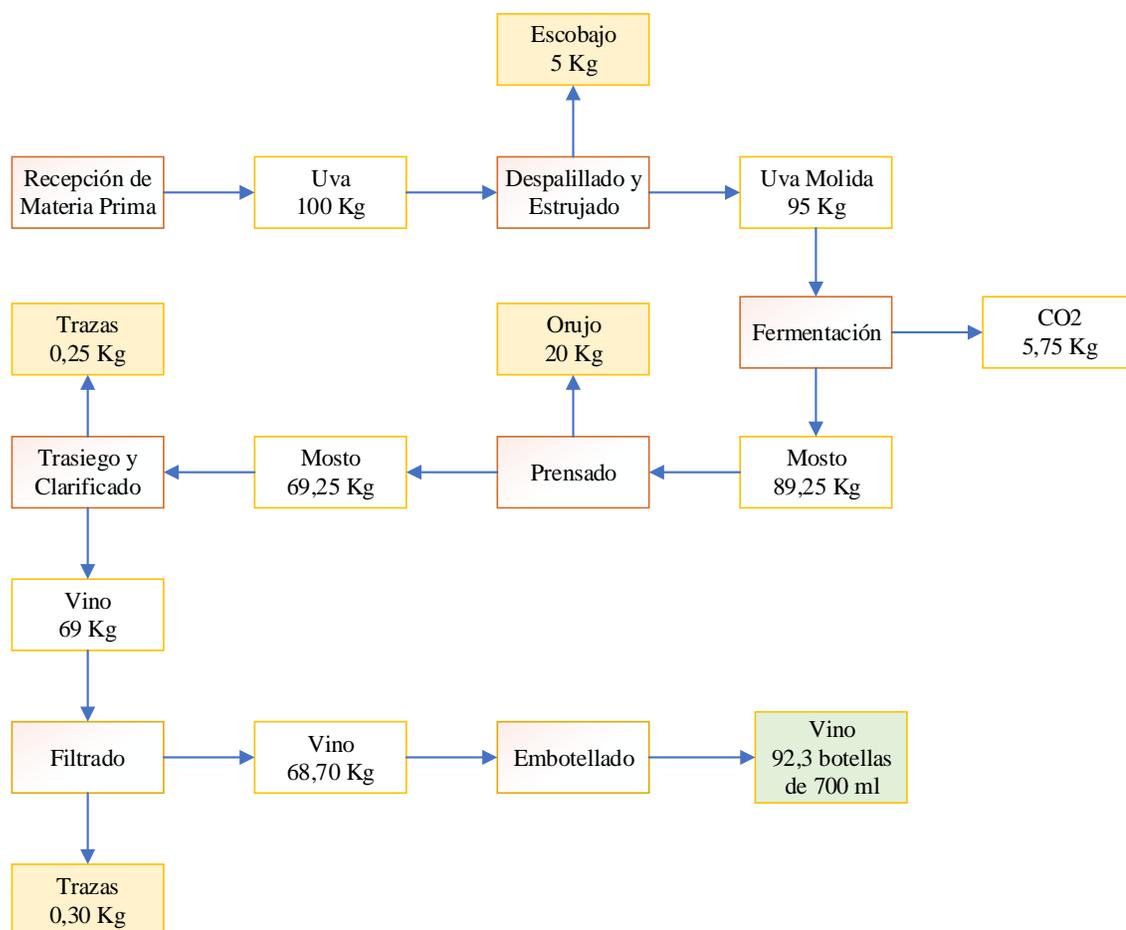


Fuente: Área de producción de Bodega Cañón Escondido.

3.4.2. Balance de masa de la producción

El balance refleja las cantidades de materia que ingresan y salen de cada etapa del proceso. Se toma como base que, de 100 kilogramos de uva, se obtienen al menos 94 botellas de 750 ml de vino y para la conversión de kg de vino a litros, se toma como referencia una densidad de 0,992 kg/litro. Se asume una pérdida aproximada de 6% en la fermentación. Estos valores son estimados en base a datos referenciales.

Fig. 3-2. Balance de masa del proceso de producción.

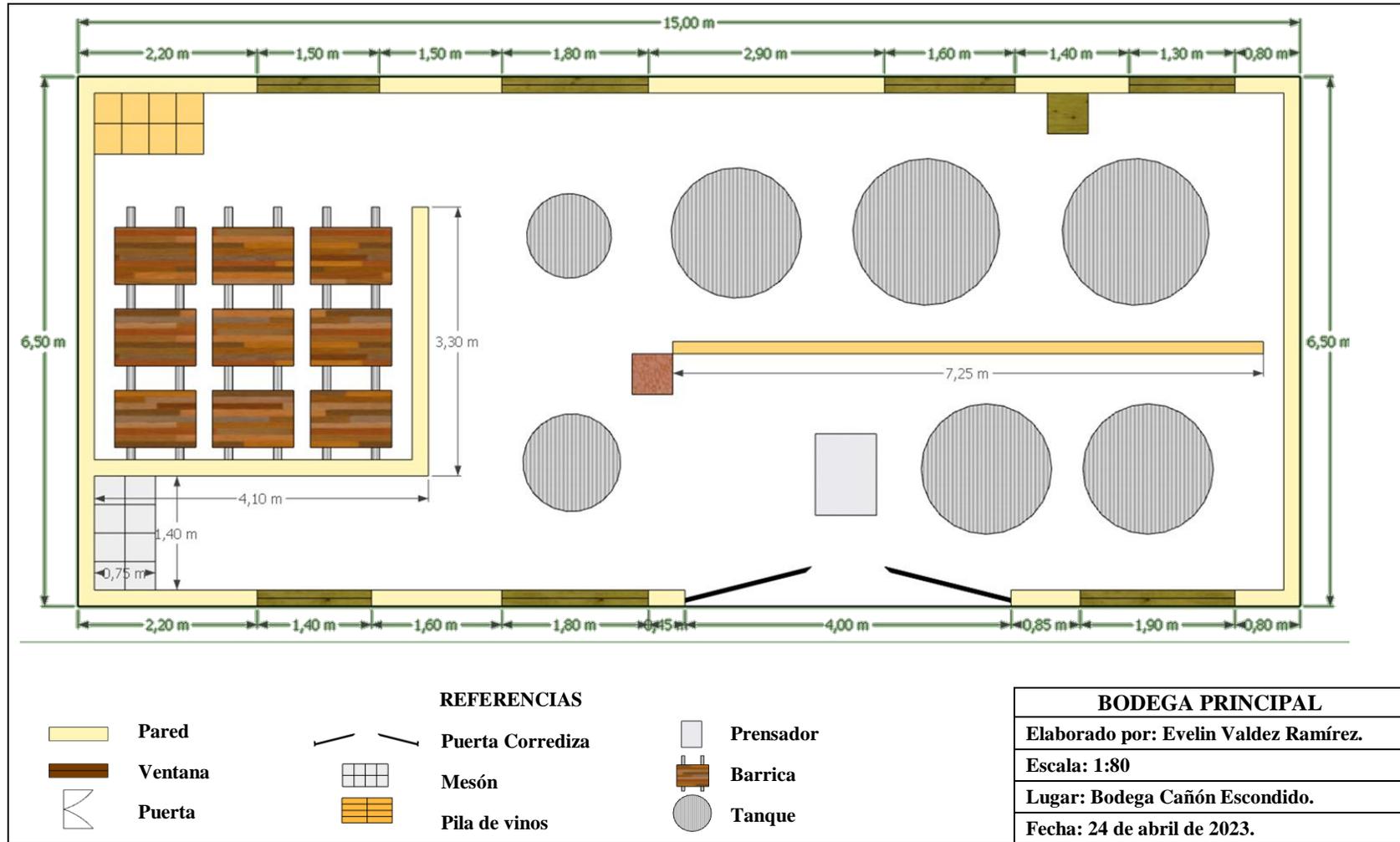


Fuente: Área de producción de Bodega Cañón Escondido.

3.5. Distribución en planta

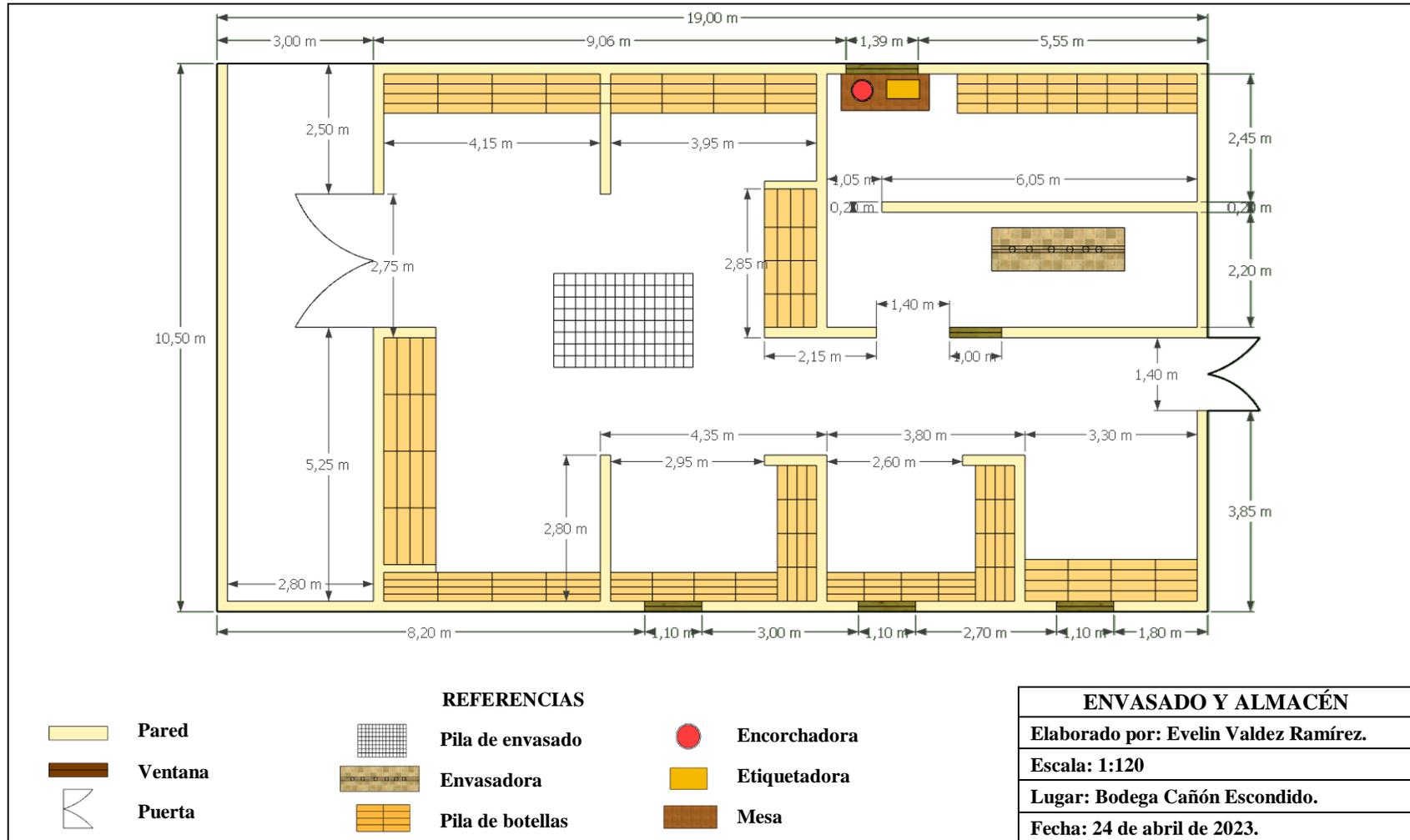
A continuación, se detalla la disposición física de todos los elementos, máquinas, equipos y componentes empleados en la producción de vino en la Bodega.

Fig. 3-3. Distribución en planta de Bodega principal.



Fuente: Elaboración propia empleando SketchUp.

Fig. 3-4. Distribución en planta de Área de Envasado y Almacén.



Fuente: Elaboración propia empleando SketchUp.

3.6. Capacidad productiva

La capacidad actual de producción de vino en Bodega Cañón Escondido, es de 45.000 litros, los cuales pasan al área de llenado a partir del mes de julio de acuerdo a la planificación de la bodega. La empresa en su línea de producción puede llegar a producir hasta 50.000 botellas al año.

En la gestión 2020 se llegó a envasar 10.000 botellas entre todas sus variedades, en el año 2021 la producción de envasado de vino se incrementó en un 300% es decir que se llegó envasar 30.000 botellas y en la gestión 2022 se llegó obtener 30.000 litros de vino y 40.000 botellas de 750 ml. Dentro de los objetivos de la empresa es poder alcanzar hasta un 95% de su capacidad de producción.

Tabla III-3. Producción histórica de la Bodega.

Detalle	Año		
	2020	2021	2022
Producción de vino (Lts)	7.500	22.500	30.000
Cantidad de botellas	10.000	30.000	40.000
Incremento Porcentual	-	300%	133%
Capacidad empleada	20%	60%	80%

Fuente: Área de producción de Bodega Cañón Escondido.

3.7. Análisis de los residuos generados

Durante la etapa de producción, se genera una serie de residuos y desechos que no que no reciben ningún uso son los siguientes:

- **Restos de etiquetas:** Como se usan etiquetas y contraetiquetas adhesivas, solo se utiliza una cara de las misma y la otra se desecha, por lo que se estima un total de 25 Kg al año, estos se entregan a las recicladoras de la ciudad.
- **Envases de productos de limpieza:** Principalmente de detergentes líquidos y en polvo, ya sean los que se usan en la limpieza de la maquinaria, botellas o de los ambientes de producción. Se calcula unos 15 Kg de estos residuos al año.

- **Bolsas plásticas:** Se estima que se generan menos de 2 Kg de estos residuos al año, mismos que se tratan de aprovechar dentro de la Bodega para guardar ciertos componentes o para almacenar temporalmente los residuos asimilables a domésticos hasta que se desechan al botadero municipal.

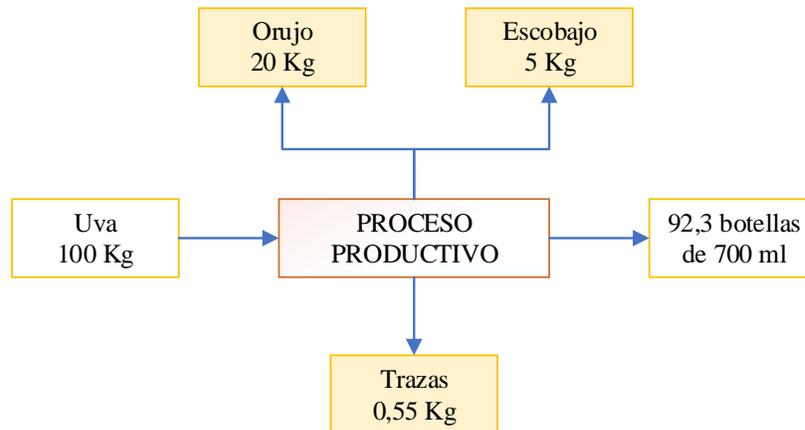
Todos estos residuos, no representan un riesgo considerable y no se toman en cuenta dentro del tratamiento a realizar, ya que estos son reciclados y se reutilizan, ya cuando no tienen ningún valor o aprovechamiento dentro de la Bodega, se destinan al botadero municipal, ya que estos se consideran residuos asimilables a domésticos.

Además, se tienen algunos elementos que se originan durante el proceso de producción que contienen materia orgánica que debe ser tratada o estabilizada, no representan un riesgo de gran magnitud, ya que su proceso de descomposición puede generar efectos negativos, pero actualmente su manejo y la exposición que tiene al aire libre y su almacenamiento inadecuado generan reacciones que pueden representar impactos en el medio ambiente y la empresa. Estos residuos son:

- **Orujo:** Son los restos que quedan después del prensado, de acuerdo a análisis preliminares de producción, tiene una relación de 200 gramos por kilo de vid, el orujo representa aproximadamente un 20% de los subproductos que se obtienen de la producción de vino en la Bodega. Es el residuo que se genera en mayor cantidad. Por la disposición inadecuada y el nulo tratamiento que recibe, representa un riesgo por la descomposición, generando olores desagradables y la pérdida de cobertura vegetal en las áreas donde terminan dispuestos.
- **Restos sólidos del trasiego y filtrado:** Las partículas sólidas presentes en el vino, mismas que se almacenan en el fondo de los tanques de almacenamiento, una vez que se realiza el trasiego estas son desechadas debido a que no tienen ningún uso, la mayoría son pequeños restos de uva que pasaron la prensa. Estos residuos pueden tratarse para estabilizar los componentes orgánicos que tienen.
- **Escobajo:** Es la estructura vegetal del racimo, es decir, son los restos del racimo de la uva que son eliminados en el despallado. Estos no tienen un riesgo potencial, pero por la cantidad que se genera, merece atención especial.

De manera general, a continuación, se detallan todos los residuos orgánicos que se generan en la producción de vino, estos representan un riesgo potencial debido a que no se almacenan correctamente, ni la disposición final es la adecuada. En el balance de masa siguiente se detalla todos los residuos que se generan:

Fig. 3-5. Balance de masa del orujo generado.



Fuente: Área de producción de Bodega Cañón Escondido.

Esto quiere decir, que por cada 100 kilogramos de uva que ingresa al proceso productivo, más del 25% en peso es residuos orgánicos que pueden ser aprovechados si se realiza un tratamiento adecuado a los componentes orgánicos.

Es importante mencionar que los residuos generados en la industria vitivinícola son representan un riesgo mayor de contaminación ambiental, ya que son residuos que, si tienen las condiciones adecuadas de almacenamiento y descomposición controlada, no generan un riesgo considerable.

En la Bodega actualmente no se tienen áreas destinadas para el almacenamiento y descomposición de los residuos, especialmente para el orujo, ya que este por la fermentación a la que fue sometido, contiene restos de alcoholes, ácidos orgánicos y otros componentes que generan ciertos impactos ambientales, especialmente olores fuertes y la infertilidad de los suelos donde estos se disponen, estos se desechan atrás de la Bodega principal, ocasionando una serie de factores que merecen atención, además de que los vecinos ya presentaron sus quejas a la empresa.

Fig. 3-6. Orujo dispuesto de manera inadecuada en la Bodega.



Fuente: Fotografías de Bodega Cañón Escondido.

Para analizar a detalle la cantidad de residuos que genera la Bodega durante la producción, a continuación, se detalla las cantidades en cada año que se produjeron de orujo, escobajo y los residuos del trasiego y filtrado.

Tabla III-4. Generación histórica de residuos en la Bodega.

Detalle	Año			
	2020	2021	2022	2023
Vino producido (litros)	7.500	22.500	30.000	36.000
Orujo (kilos)	1.875	5.625	7.500	9.000
Escobajo (kilos)	468,8	1.406,3	1.875	2.250
Residuos de filtrado (kilos)	51,6	154,7	206,3	247,5

Fuente: Área de producción de Bodega Cañón Escondido.

De acuerdo a datos de la Bodega, para la gestión 2023 se tiene planificado obtener más de 36.000 litros de vino, generando más de 9.000 kilogramos de orujo y más de 2.400 kilogramos de otros residuos. Situación que amerita que se tomen medidas para que no generen efectos negativos. De continuar con el manejo que se da actualmente a los residuos, se puede generar focos de contaminación por la descomposición no controlada de estos residuos orgánicos y fermentados.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE LOS

IMPACTOS AMBIENTALES

4.1. Introducción

El impacto ambiental de las empresas e industrias vitivinícolas es considerable, cuando se toma en cuenta los diferentes eslabones de la cadena productiva. El uso de agroquímicos y fertilizantes en los cultivos de vid, la generación de gases durante la fermentación, los residuos sólidos y líquidos que se generan durante el procesamiento, son algunos de los impactos que conlleva esta actividad.

Es de gran importancia cuantificar y valorizar los impactos ambientales que genera la empresa, ya que es de utilidad para tomar las acciones correspondientes para minimizar el impacto negativo que causa al ambiente. Situación que amerita un estudio detallado y pormenorizado de los mismos.

En este capítulo, se detalla los impactos que se generan específicamente durante la transformación de vid, en cada etapa del proceso productivo y donde tiene incidencia el orujo y demás restos orgánicos provenientes de la uva.

4.2. Identificación de impactos

Como se detalla anteriormente, es de gran importancia identificar de manera oportuna los impactos negativos que genera la producción en el medio ambiente, para actuar de manera efectiva en su prevención, minimización y mitigación de los mismos.

Los principales impactos en la producción, están relacionados con la generación de residuos sólidos orgánicos en diferentes etapas, como en la recepción de materia prima, despalillado, estrujado, prensado, trasiego, filtración y demás, ya que en estas se generan los orujos, trazas y demás residuos provenientes de la uva, la mayor cantidad de estos residuos proviene del prensado, dicho residuo se denomina orujo.

Durante la etapa de fermentación, se genera la emisión de gases a la atmósfera y los malos olores, mismos que no pueden ser minimizados debido a que es parte natural de la transformación del azúcar en alcohol, se puede controlar este proceso mediante el cambio de temperatura, pero estos impactos se generarán de igual manera, situación similar con el uso de agua y electricidad, ya que estos son necesarios para la producción. A continuación, se detallan los impactos que se generan:

Tabla IV-1. Identificación de impactos ambientales.

Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Recepción de materia prima	Generación de residuos sólidos orgánicos.	Contaminación del suelo.
		Sobrepresión del botadero municipal.
Despalillado	Generación de residuos sólidos orgánicos.	Contaminación del suelo.
		Sobrepresión del relleno sanitario.
Estrujado	Generación de residuos sólidos orgánicos.	Contaminación del suelo.
		Sobrepresión del relleno sanitario.
Fermentación	Emisión de gases a la atmósfera.	Contaminación del aire.
Prensado	Generación de residuos sólidos orgánicos.	Contaminación del suelo.
		Sobrepresión del relleno sanitario.
Trasiego	Generación de residuos sólidos orgánicos.	Contaminación del suelo.
		Sobrepresión del relleno sanitario.
Filtración	Generación de residuos sólidos orgánicos.	Contaminación del suelo.
		Sobrepresión del relleno sanitario.
Disposición de orujo en Bodega.	Emisión de gases a la atmósfera.	Contaminación del aire.
	Generación de malos olores.	Contaminación del aire.
	Descomposición de residuos orgánicos no tratados.	Contaminación del suelo.

Fuente: Elaboración propia.

Estos son los principales aspectos e impactos ambientales que se generan en la Bodega Cañón Escondido, que tienen relación con la generación de residuos orgánicos como el orujo (restos de la vid) que se genera en cada etapa de la producción, como otros residuos que componen el racimo de la uva que ingresa al proceso productivo.

4.3. Análisis de riesgos

El análisis de riesgos ambientales permite cuantificar el riesgo que conlleva un impacto en el medio ambiente, debido a esto, se toma en cuenta diferentes parámetros que sirven de base para realizar una cuantificación adecuada del impacto de una actividad.

Existen diferentes metodologías para un correcto análisis del riesgo, en el caso de la Bodega Cañón Escondido, el riesgo o impacto ambiental es reversible, ya que no se tienen efectos de gran magnitud en el ambiente, ya que los impactos negativos que se generan, están directamente relacionados con los residuos sólidos.

Los residuos sólidos orgánicos, no representan un riesgo si son tratados de manera efectiva antes de su disposición final, ya que estos, especialmente el orujo, contiene ácidos orgánicos capaces de alterar la calidad del suelo, su descomposición no controlada, genera una serie de gases que pueden contaminar la atmósfera. En base a esto, para analizar los riesgos presentes, se toma en cuenta factores como la frecuencia, severidad, magnitud, mismos que se explican a continuación.

➤ Severidad

La severidad está directamente relacionada con las consecuencias posibles de un evento o condición, tomando como referencia los siguientes parámetros:

Tabla IV-2. Índice de severidad del impacto ambiental.

Índice de Severidad	Criterio de Significancia	Descripción
1	Muy Baja	Incidencia de impacto insignificante, casi no visible.
2	Baja	Impacto visible con incidencia insipiente.
3	Media	Presencia del impacto sin causar efectos sensibles.
4	Alta	Impacto nítido causante de efectos sensibles en el ambiente.
5	Muy Alta	Presencia del impacto a simple vista, cuyos efectos son de carácter irreversible en el ambiente.

Fuente: Excel Avanzado. Función del índice de Riesgo Ambiental.

➤ **Frecuencia**

La frecuencia, hace referencia a las ocasiones en que se está presentando el impacto en su interacción con el ambiente.

Tabla IV-3. Índice de frecuencia del impacto ambiental.

Índice de Frecuencia	Criterio de Significancia	Descripción
3	Alta	Diario - Semanal
2	Media	Mensual – Bimensual - Trimestral
1	Baja	Semestral - Anual

Fuente: Excel Avanzado. Función del índice de Riesgo Ambiental.

➤ **Magnitud**

La severidad está directamente relacionada con las consecuencias posibles de un evento o condición, tomando como referencia los siguientes parámetros:

Tabla IV-4. Índice de magnitud del impacto ambiental.

Índice de Magnitud	Criterio de Significancia	Descripción
R	Reversible	El impacto permite que se pueda volver a las condiciones iniciales naturales.
I	Irreversible	El impacto no permite que las condiciones iniciales se establezcan.

Fuente: Excel Avanzado. Función del índice de Riesgo Ambiental.

4.4. Valorización y cuantificación de impactos

Los impactos ambientales, requieren de un análisis cuantitativo que permita asignar un valor numérico al grado de riesgo que conlleva al medio ambiente. En base a estos valores se realizan acciones para corregirlos, a continuación, se detalla la valorización a los impactos que genera la Bodega Cañón Escondido.

Tabla IV-5. Cuantificación y valorización del impacto ambiental.

IDENTIFICACION DEL ASPECTO AMBIENTAL					IMPACTO AMBIENTAL	EVALUACIÓN DE LA SIGNIFICANCIA DEL IMPACTO				
PROCESO DONDE SE ORIGINA	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN AMBIENTAL	INFLUENCIA AMBIENTAL	REVERSIBLE O IRREVERSIBLE		GRADO DE IMPACTO AMBIENTAL			VALORACION DEL IMPACTO	
						FRECUENCIA	SEVERIDAD	MAGNITUD	VALORACION FRECUENCIA SEVERIDAD	SIGNIFICANCIA
Producción Primaria	Recepción de materia prima	Esta actividad se realiza en un periodo determinado del año, por una sola vez.	Generación de residuos orgánicos, como tallos y hojas.	Tiene un impacto reversible ya que no es de gran magnitud.	Contaminación del suelo.	1	1	R	1	Este impacto no es de consideración, ya que tiene baja frecuencia y severidad.
Producción Primaria	Despalillado	Esta actividad se realiza en un periodo determinado del año.	Generación de residuos orgánicos, como tallos y hojas.	Tiene un impacto reversible ya que no es de gran magnitud.	Contaminación del suelo.	1	1	R	1	Este impacto no es de consideración, ya que tiene baja frecuencia y severidad.
Producción Primaria	Estrujado	Esta actividad se realiza en un periodo determinado del año.	Generación de residuos orgánicos, como tallos y hojas.	Tiene un impacto reversible ya que no es de gran magnitud.	Contaminación del suelo.	1	2	R	2	Este impacto es de frecuencia baja y severidad baja, por lo que no es considerable.
Producción Primaria	Prensado	Se realiza una vez terminada la etapa de fermentación.	Generación de residuos orgánicos, como el orujo.	El orujo tiene un impacto reversible ya que se trata.	Contaminación del suelo.	1	4	R	4	Este impacto es de frecuencia baja y severidad alta, por lo que tiene riesgo considerable.
Producción Primaria	Trasiego	Se realiza durante dos meses al año.	Generación de residuos orgánicos y partículas de sólidos.	Es de carácter reversible.	Contaminación del suelo.	2	3	R	3	Este impacto es de frecuencia media y severidad media, por lo que se debe considerar.
Producción Primaria	Filtrado	Se realiza durante dos meses al año.	Generación de residuos orgánicos y partículas de sólidos.	Es de carácter reversible.	Contaminación del suelo.	2	3	R	3	Este impacto es de frecuencia media y severidad media, por lo que se debe considerar.
Manejo de Residuos	Disposición del orujo en Bodega	El orujo se almacena en un espacio sin tratamiento previo.	Descomposición de materia orgánica sin control generando gases y malos olores.	Tiene un impacto medio y es de carácter reversible.	Contaminación del suelo y aire.	2	4	R	4	Este proceso tiene un impacto alto, que debe considerar acciones de mitigación.

Fuente: Elaboración propia.

En base al cuadro anterior, se concluye de manera puntual que todos los procesos son reversibles, en bajas frecuencias y no se encuentran severidades altas, situación que facilita las acciones a tomar para minimizar dichos impactos.

Al analizar de manera concreta y general, los puntos o aspectos que se deben considerar con mayor atención, son los residuos orgánicos que se generan en la producción, como el orujo y restos de uva, que, al no tener un tratamiento adecuado, generan impactos negativos al ambiente, esto por las características que poseen los ácidos orgánicos y que estos se encuentran en proceso de fermentación.

Como todos estos residuos se almacenan en un espacio no controlado, para que se descompongan sin tratamiento previo, ni algún método relacionado a la estabilización de componentes orgánicos, especialmente ácidos, generan gases y malos olores, como la contaminación, erosión y pérdida de fertilidad del suelo.

Para cuantificar de mejor manera la significancia de los riesgos e impactos valorados en la tabla anterior, a continuación, se detalla un cuadro que permite analizar de mejor manera dichos impactos, tomando en cuenta el valor del impacto en una escala del 1 al 10, con clases del impacto, desde muy baja a muy alta.

Tabla IV-6. Cuantificación de impactos en base al valor y clase.

Valorización Frecuencia - Severidad	Valor de Impacto	Clase del Impacto
1	1 - 2	Muy Baja
2	3 - 4	Baja
3	5 - 6	Media
4	7 - 8	Alta
5	9 - 10	Muy Alta

Fuente: Excel Avanzado. Función del índice de Riesgo Ambiental.

A continuación, en la tabla siguiente, se realiza una cuantificación más detallada de los impactos ambientales que se origina en la producción.

Tabla IV-7. Cuantificación de impactos ambientales generados.

Proceso	Actividad	Valor	Clase	Descripción
Producción Primaria	Recepción de materia prima	2	Muy Baja	Los residuos orgánicos que se generan en esta etapa, no tienen características dañinas para el ambiente, no son un riesgo.
Producción Primaria	Despalillado	2	Muy Baja	Los residuos orgánicos que se generan en esta etapa, no tienen características dañinas para el ambiente, no son un riesgo.
Producción Primaria	Estrujado	3	Baja	En este punto del proceso, los residuos no son considerados dañinos, se descomponen sin impacto considerable.
Producción Primaria	Prensado	7	Alta	Los residuos generados en esta etapa del proceso, contienen restos de uva fermentada, con grados de alcohol considerable, ácidos orgánicos y demás, por lo que requieren tratamiento.
Producción Primaria	Trasiego	5	Media	En este punto del proceso, se generan partículas sólidas y restos de uva fermentada, para que no genere un impacto, debe ser tratada y estabilizada.
Producción Primaria	Filtrado	5	Media	En este punto del proceso, se generan partículas sólidas y restos de uva fermentada, para que no genere un impacto, debe ser tratada y estabilizada.
Manejo de Residuos	Disposición del orujo en Bodega	7	Alta	El orujo, restos de fermentación y demás residuos orgánicos, se trasladan a un espacio detrás de la Bodega, que no tiene las condiciones para estabilizar y tratar todos estos componentes que resultan nocivos para el suelo y el aire, esto por la descomposición no controlada.

Fuente: Elaboración propia.

4.5. Resultados de pruebas preliminares de impactos

Una vez realizado el análisis de los impactos que se generan en el medio ambiente por la producción de la Bodega, se realiza una tabla concluyente que resume aquellas actividades que requieren tratamiento, atención de riesgos y tratamiento como tal.

Tabla IV-8. Tabla concluyente de impactos generados.

CARÁCTER	PROCESO	ACTIVIDAD	SÍMBOLO	OBSERVACIÓN
No requieren tratamiento	Producción Primaria de Uva	Vendimia		No genera impacto alguno.
		Recepción y traslado de materia prima		Se generan hojas y tallos que no tienen impactos.
Requieren de atención por el riesgo que genera	Producción de Vino	Despallado		Se generan residuos que pueden generar efectos.
		Estrujado		Se generan residuos que pueden generar efectos negativos si no se usan.
		Clarificado		Se generan residuos que deben almacenarse correctamente.
		Almacenamiento de residuos		Los residuos en general deben ser almacenados de manera adecuada.
Requieren tratamiento	Producción de Vino	Fermentación		El residuo fermentado se debe tratar.
		Prensado		El orujo generado requiere tratamiento.
		Filtrado		Los residuos de filtrado deben tratarse.
		Traslado de orujo		El orujo debe trasladarse a un lugar adecuado.
		Almacenamiento de orujo		Se requiere un área específica para el orujo.

Fuente: Elaboración propia.

En base a la tabla anterior, los planes de mitigación, minimización y prevención de impactos, deben estar orientados a aquellas actividades que requieren atención por el riesgo que pueden generar, como a aquellas actividades que generan residuos que requieren un tratamiento.

El orujo es el principal residuo que requiere tratamiento por el manejo que tiene actualmente, para fortalecer la gestión ambiental, se complementa el tratamiento con la adición de residuos orgánicos como el escobajo y las trazas del filtrado y trasiego.

Una de las técnicas más empleadas para el tratamiento de residuos orgánicos es el compostaje, que permite estabilizar, tratar, descomponer la materia orgánica y elementos que pueden resultar contaminantes, mediante la descomposición aerobia y anaerobia controlada.

Además de que el compost que se pueda elaborar con los propios residuos de la Bodega, permitirá reemplazar el fertilizante y estiércol que se usa actualmente para fertilizar y abonar los viñedos en la Bodega, lo cual representa una alternativa viable en el tema económico y ambiental por los beneficios que conlleva.

Si se opta por el tratamiento de los residuos sólidos, se debe considerar los riesgos e impactos que puede tener esta actividad en el ambiente, para lo cual se debe considerar:

- **Plan de prevención de riesgos:** Debe estar orientado a cumplir con las condiciones básicas que conlleva la elaboración de compost, por lo que estos deben considerar la adecuación de los espacios de almacenamiento temporal, la excavación de composteras, el cerramiento perimetral del área, entre otros.
- **Plan de contingencias:** Debe estar orientado a almacenar temporalmente todos los residuos del trasiego y filtrado, ya que estos contienen humedad y residuos fermentados, mismos que deben disponerse de manera adecuado para no generar impactos negativos.
- **Plan de restauración:** Se debe considerar este plan para compensar de alguna manera el daño ambiental que se pudo ocasionar por el manejo inadecuado de los residuos que genera la Bodega.

4.6. Caracterización del orujo

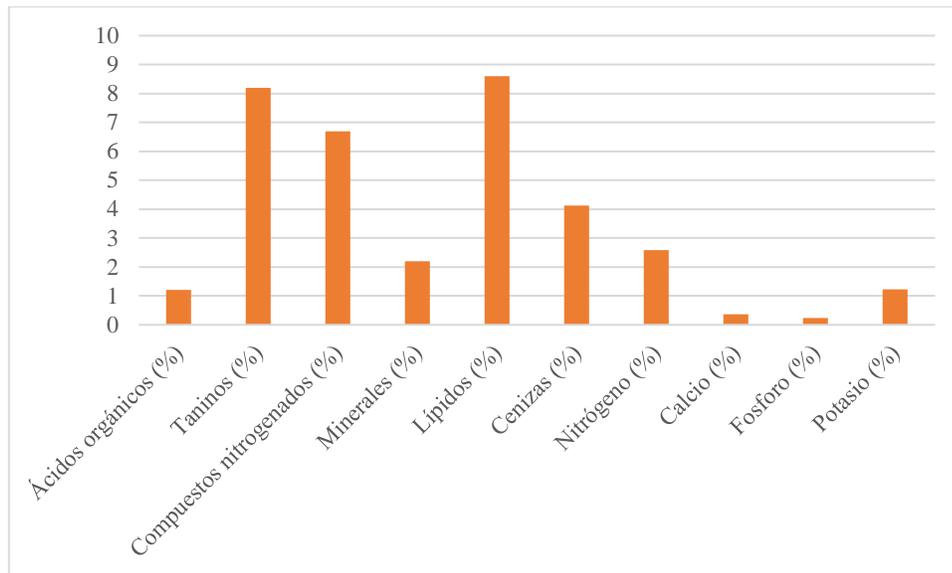
El orujo de uva está compuesto por piel, pulpa y semillas en diferentes proporciones que se tienen después de prensar el mosto fermentado. Muchas veces se incluye el escobajo dentro de los componentes del orujo, pero como se maneja un tipo de molienda diferente, el escobajo (tallos, restos de racimos, hojas) se separa antes de iniciar la fermentación, ya que este suele alterar el sabor y calidad de algunos vinos por los componentes y las reacciones que se generan durante la fermentación, es por esto que se toma por separado al escobajo, como otro residuo diferente.

En base a datos proporcionados por el Encargado de Producción de Bodega Cañón Escondido, se realizaron análisis de laboratorio para analizar posibles tratamientos o futuros aprovechamientos del orujo dentro de la empresa, se realizaron análisis de laboratorio para analizar la composición del orujo considerando diferentes factores, algunos valores de la composición fisicoquímica del orujo se detallan a continuación.

Tabla IV-9. Análisis fisicoquímico del orujo en Bodega Cañón Escondido.

COMPONENTE	RANGO	VALOR
Humedad (%)	25 - 80%	62%
Conductividad Eléctrica (mm/hocm)	5,0 - 12	6,51
Potencial de hidrógeno (pH)	0 - 8	6,7
Ácidos orgánicos (%)	0,8 - 1,6 %	1,2
Azúcares (%)	20 - 40 %	28,2
Taninos (%)	3 -10 %	8,2
Compuestos nitrogenados (%)	4 - 15 %	6,7
Minerales (%)	2 - 4 %	2,2
Lípidos (%)	6 - 11,4 %	8,6
Cenizas (%)	1,0 - 12,0	4,12
Nitrógeno (%)	0,3 - 3,0 %	2,59
Calcio (%)	0,1 - 1,0 %	0,36
Fosforo (%)	0,1 - 1,0 %	0,24
Potasio (%)	0,3 - 1,5 %	1,22

Fuente: Área de producción de Bodega Cañón Escondido.

Fig. 4-1. Análisis estadístico de la composición del orujo.

Fuente: Área de Producción Bodega Cañón Escondido.

El orujo de la Bodega, contiene una gran cantidad de agua, ya que el mosto se fermenta con todos los componentes de la uva en general. Es de vital importancia que el pH del orujo no sea menor a 5,5, ya que la acidez es un factor clave para verificar si el tratamiento mediante el compostaje puede o no ser aplicable, ya que un orujo con una acidez considerable no permite la descomposición por medio de los microorganismos en las etapas aerobias y anaerobias.

De acuerdo al análisis realizado por la Bodega, se concluye que el orujo es apto para realizar el tratamiento empleando la técnica de compostaje, ya que reúne las condiciones para que este puede descomponerse de manera adecuada, generando el menor impacto posible en el ambiente.

Es importante mencionar, que el orujo es de tipo fermentado, ya que este se fermenta junto con todo el mosto, es por eso que tiene elevadas cargas de alcoholes y ácidos orgánicos, además los valores obtenidos están dentro de todos los rangos y límites permitidos de cada componente.

CAPÍTULO V

**PROPUESTA DE TRATAMIENTO DEL
ORUJO Y DEMÁS RESIDUOS ORGÁNICOS**

5.1. Introducción

Una vez identificados los impactos que genera la Bodega Cañón Escondido en el medio ambiente, la mejor alternativa para minimizar los mismos, es realizar un tratamiento a los residuos orgánicos que se generan, tal es el caso del orujo, escobajo y residuos del trasiego y filtrado, mediante la técnica del compostaje, que básicamente consiste en la estabilización y descomposición de todos los componentes orgánicos, manteniendo un control en la humedad y temperatura, realizando dos etapas de descomposición, una aerobia y otra anaerobia, para facilitar el tratamiento de estos residuos.

Además, se plantea una serie de acciones de mitigación, minimización y prevención para un manejo correcto de aquellos impactos y lograr una producción más limpia y sostenible. Las acciones a realizar se han determinado mediante una relación de la tabla III-5 y la tabla III-7. Identificando principalmente el proceso, actividad, clase, frecuencia, severidad. Se han establecido los siguientes criterios principales:

- **Severidad baja:** no se observa influencia ni clase ni frecuencia.
- **Severidad media:** se ha tomado en cuenta frecuencia.
- **Severidad alta:** se ha tomado en cuenta frecuencia y severidad.

Se constata que los impactos son reversibles, ya que las frecuencias son bajas y las magnitudes no son considerables, la severidad en algunos puntos es alta. En el presente capítulo, se detalla de manera concreta y específica, la planificación de las actividades para mitigar los impactos, prevenir riesgos y plantear medidas restauradoras.

5.2. Tratamiento del orujo

El orujo es el principal residuo a tratar, contiene residuos de la fermentación y se genera en gran cantidad. El escobajo generalmente representa el 3 al 7 % del peso en materia seca del racimo. Está compuesto por 75-80% de agua y el 20-25% restante por celulosa, lignina, taninos y sustancias polifenólicas. Se caracteriza por tener altos niveles de fibra de regular a baja calidad y su presencia en el orujo altera mucho la calidad final, , no tiene valores altos de polifenoles y otros minerales que lo componen, pero no son muy representativos por la cantidad que representan.

El escobajo no se considera como parte integrante del orujo, ya que la Bodega realiza la fermentación solo con la uva y no con todo el racimo completo, es por esto que en el análisis del tratamiento a realizar se toma en cuenta como elementos separados que requieren atención por la cantidad que se genera.

El único tratamiento que se puede realizar, considerando costos y la realidad de la Bodega, es el compostaje en pilas empleando una etapa aerobia y anaerobia para lograr un producto terminado adecuado. Debido al grado de tecnología, equipos y capacidad que tiene la Bodega, esta es la mejor alternativa, ya que es la adecuada para el tipo de pH y elementos de descomposición.

5.3. Análisis de acciones a realizar

Las acciones que son necesarias a implementar en la Bodega, para minimizar el impacto ambiental negativo que genera, están directamente relacionadas con el manejo y tratamiento de los residuos orgánicos que se generan durante el procesamiento, es decir, el orujo, trazas de filtrados, restos orgánicos fermentados, entre otros.

Se tienen residuos que no generan impacto alguno, ya que estos se descomponen de manera natural sin generar efectos negativos, tales como las hojas de la vid y racimos de uva, estos se generan en la recepción de materia prima y despallado, mismos que no representan un riesgo porque no tienen algún procesamiento adicional.

Todas las acciones en sí, están encaminadas directamente al tratamiento del orujo, en conjunto con los demás residuos que no representan un riesgo inminente de contaminación, pero que pueden aportar significativamente a mejorar la composición del compost a obtener.

Las acciones bajas y medias están orientadas a nuevos procedimientos para disminuir su frecuencia del procedimiento anterior. La frecuencia alta si tiene acciones fundamentales de proceso y procedimientos que se deben considerar, ya que estas con las que mayor impacto suele tener, debido a que se repiten con mayor frecuencia. A continuación, se detallan las acciones a realizar en la Bodega.

Tabla V-1. Detalle de acciones principales a realizar en la Bodega.

Proceso	Actividad	Clase	Frecuencia	Severidad	Acciones
Producción Primaria	Estrujado	3	1	Baja	<ol style="list-style-type: none"> 1. Trasladar los residuos al área de almacenamiento temporal de la Bodega, para aprovecharlos en compost. 2. Incluir los residuos del estrujado para fortalecer el compostaje de orujo a realizar.
Producción Primaria	Prensado	7	1	Alta	<ol style="list-style-type: none"> 1. El orujo que se genera en el prensado, se debe trasladar a las áreas de almacenamiento temporal. 2. Elaborar compost a base del orujo obtenido y demás residuos orgánicos. 3. Cumplir las etapas de estabilización y tratamiento del orujo, para su posterior aprovechamiento.
Producción Primaria	Trasiego	5	2	Media	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los residuos provenientes del trasiego se agregan al compost una vez inicie el proceso de descomposición.
Producción Primaria	Filtración	5	2	Media	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los residuos provenientes del filtrado se agregan al compost una vez inicie el proceso de descomposición.
Manejo de Residuos	Disposición del orujo en Bodega	7	2	Alta	<ol style="list-style-type: none"> 1. Adecuar las áreas de almacenamiento de residuos temporales para elaborar el compost. 2. Excavar un área de terreno para implementar una compostera dentro de la Bodega. 3. Elaborar el compost a base de orujo, incorporando otros insumos para obtener mejores resultados, una vez se obtenga se dispone en los cultivos o se vende.

Fuente: Elaboración propia.

Como se menciona anteriormente, no se toma en cuenta los impactos que generan los residuos del despalillado y recepción de materia prima, ya que estos constan de hojas y racimos de vid, estos tienen un impacto muy bajo, por lo que se pueden devolver directamente a los cultivos para su descomposición directa o se los agrega al compost para mejorar el rendimiento y descomposición de la materia.

Las acciones principales están orientadas directamente a la elaboración del compost a base del orujo y demás residuos orgánicos provenientes de los diferentes subprocesos realizados en la producción, para esto, se debe tomar en cuenta una serie de consideraciones para obtener un producto de calidad.

5.4. Descripción de procesos, tecnologías, diseño y operación

Para dar cumplimiento a las acciones, se debe realizar una serie de análisis para identificar si la Bodega cuenta con los recursos para dar continuidad con las mismas, además de que se debe analizar de manera detallada los procesos y el diseño de cada etapa a realizar con la propuesta de elaboración del compost con los residuos orgánicos, a continuación, se detalla un resumen de los procesos y tecnologías a emplear.

Tabla V-2. Esquema resumen de las acciones a realizar.

Acciones	Proceso	Tecnologías	Diseño de operación
Adecuación de las áreas de almacenamiento	Almacenamiento	Cerramiento del área	Limpieza de las áreas de almacenamiento temporal y un cierre perimetral.
Implementación de composteras	Excavación	Uso de herramientas menores	Compostera de dimensión de 2x2 metros con profundidad de 40-50 cm.
Traslado de residuos a las composteras	Transporte	Uso de carretillas de transporte	Las carretillas tienen una capacidad de transportar entre 20 y 50 kg.
Elaboración de compost de residuos orgánicos	Descomposición	Compostaje en pilas normal	Etapas de descomposición aerobia y anaerobia con pilas de compost.

Fuente: Elaboración propia.

De manera concreta, la propuesta se centra en realizar un tratamiento de los residuos orgánicos, especialmente el orujo, mediante el proceso de compostaje, agregando otros insumos, como estiércol de chivo, malezas y otros residuos provenientes de los procesos productivos, como hojas, tallos, trazas de filtros, entre otros. Para lo cual a continuación, se detalla lo necesario para esta propuesta.

5.4.1. Ubicación del área de compostaje

Es importante ubicar en un lugar estratégico los espacios para implementar todas las composteras donde se realizará el compost a base de orujo y demás residuos orgánicos, esta área debe contar con el espacio suficiente y debe estar cercano al área de producción para minimizar costos, además de que tiene que contar con acceso a una fuente cercana de agua para reducir los tiempos y distancias en el proceso.

En base a estas características mencionadas, el lugar estratégico para implementar las composteras, es en la parte trasera de la bodega principal de fermentación y molienda, que es donde actualmente se coloca el orujo, ya que los residuos salen de esta área y no se requiere un transporte adicional, en la figura siguiente se detalla el área delimitada para implementar las composteras en la Bodega.

Fig. 5-1. Ubicación del área de compostaje.



Fuente: Google Earth Pro. 16-04-2023 Hrs. 20:44 pm.

5.4.2. Readecuación de espacios de almacenamiento

Es de vital importancia que la compostera este en un lugar adecuado, además de que lo ideal es una compostera fija directamente en la tierra, esto porque el orujo contiene un buen grado de humedad y se pueden generar lixiviados. Además de que esto permite ahorrar costos para que se logre la viabilidad de la propuesta.

Se recomienda que las composteras tengan una dimensión de 2 x 2 metros, con una profundidad aproximada de entre 40 y 50 cm, esto para facilitar la descomposición anaerobia de los residuos orgánicos, además de que posteriormente se realizará el tapado para mantener la humedad y la temperatura adecuada en esta etapa que dura aproximadamente un mes, luego se realiza las pilas al aire libre.

Se debe considerar realizar una limpieza de la maleza en esta área, esto para que no influya en la descomposición de los residuos orgánicos, además de que es ideal el contar con un cerramiento en esta área para garantizar que no ingresen animales a esta área y contar con más seguridad durante esta etapa de tratamiento y estabilización de todos los componentes que pueden resultar contaminantes para el ambiente.

Fig. 5-2. Espacio destinado para las composteras en la Bodega.



Fuente: Área de Producción de Bodega Cañón Escondido S.R.L.

En base a esto, de manera de concreta, las adecuaciones en esta área que se requiere es la limpieza y eliminación de maleza, excavación en base a las dimensiones enmarcadas para las composteras y el cerramiento para mantener seguro el compost a elaborar, debido a que como tal la Bodega no cuenta con un cerramiento perimetral delimitado.

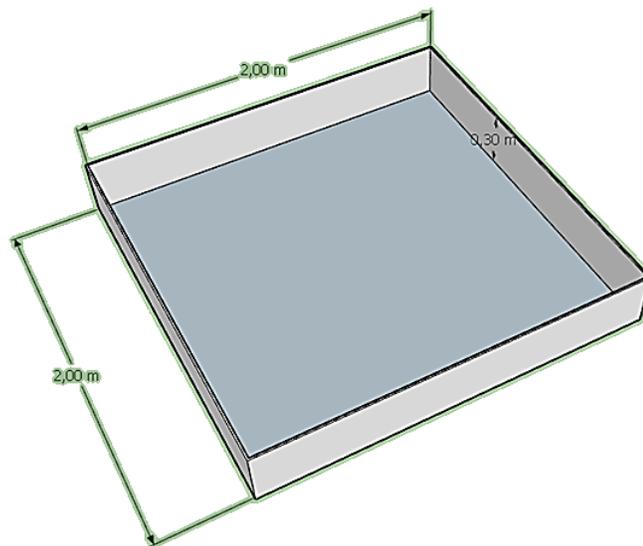
5.4.3. Diseño de áreas de compostaje

Se recomienda que las composteras tengan una profundidad mínima de 30 cm y el área dependerá de la cantidad de material orgánico que se añadirá, como máximo, los residuos y el material a descomponer debe llegar a una altura de 10 cm en la fosa. Para el ancho, la compostera puede tener cualquier magnitud.

Como se tiene una cantidad considerable a compostar, es por eso que se toma una dimensión de 2x2 metros y una profundidad de 50 cm, de aumentarse la cantidad de residuos, se puede cavar una fosa más profunda, pero no se debe superar el metro de profundidad, ya que los organismos de descomposición esenciales no sobreviven a mayor profundidad.

Las composteras, tienen las siguientes características: 2 metros de largo, 2 metros de ancho y 0,3 metros de profundidad inicial, quedando de la siguiente manera:

Fig. 5-3. Dimensiones de composteras.



Fuente: Elaboración propia en SketchUp.

En base a esto, de acuerdo a la disponibilidad de espacio, se puede implementar 5 composteras de 2x2 metros con una profundidad inicial de 30 cm y dos espacios para secar el orujo y otros residuos antes de iniciar el proceso de compostaje, estas tienen dimensiones de 2,5x1,2 metros y profundidades de 30 cm para facilitar el secado.

Es importante conocer el área y volumen de cada compostera, para definir la capacidad de almacenamiento de residuos para tratar mediante el compostaje. Para lo cual se realiza el siguiente cálculo:

$$A = L * A$$

$$A = 2 * 2$$

$$A = 4 \text{ m}^2$$

$$V = L * A * h$$

$$V = 2 * 2 * 0,3$$

$$V = 1,2 \text{ m}^3$$

El volumen inicial de cada compostera es de 1,2 m³, por lo que cada compostera tiene una capacidad mínima de tratar hasta 750 Kg de residuos, haciendo un total de 3.750 Kg entre las 5 composteras, pero si se amplía hasta los 50 cm de profundidad, se puede llegar hasta los 1.000 Kg por compostera, logrando en conjunto una capacidad de 5.000 Kg de residuos en total, esta ampliación se puede realizar posteriormente, ya que el orujo no se obtiene la totalidad en un solo momento, sino que es periódico.

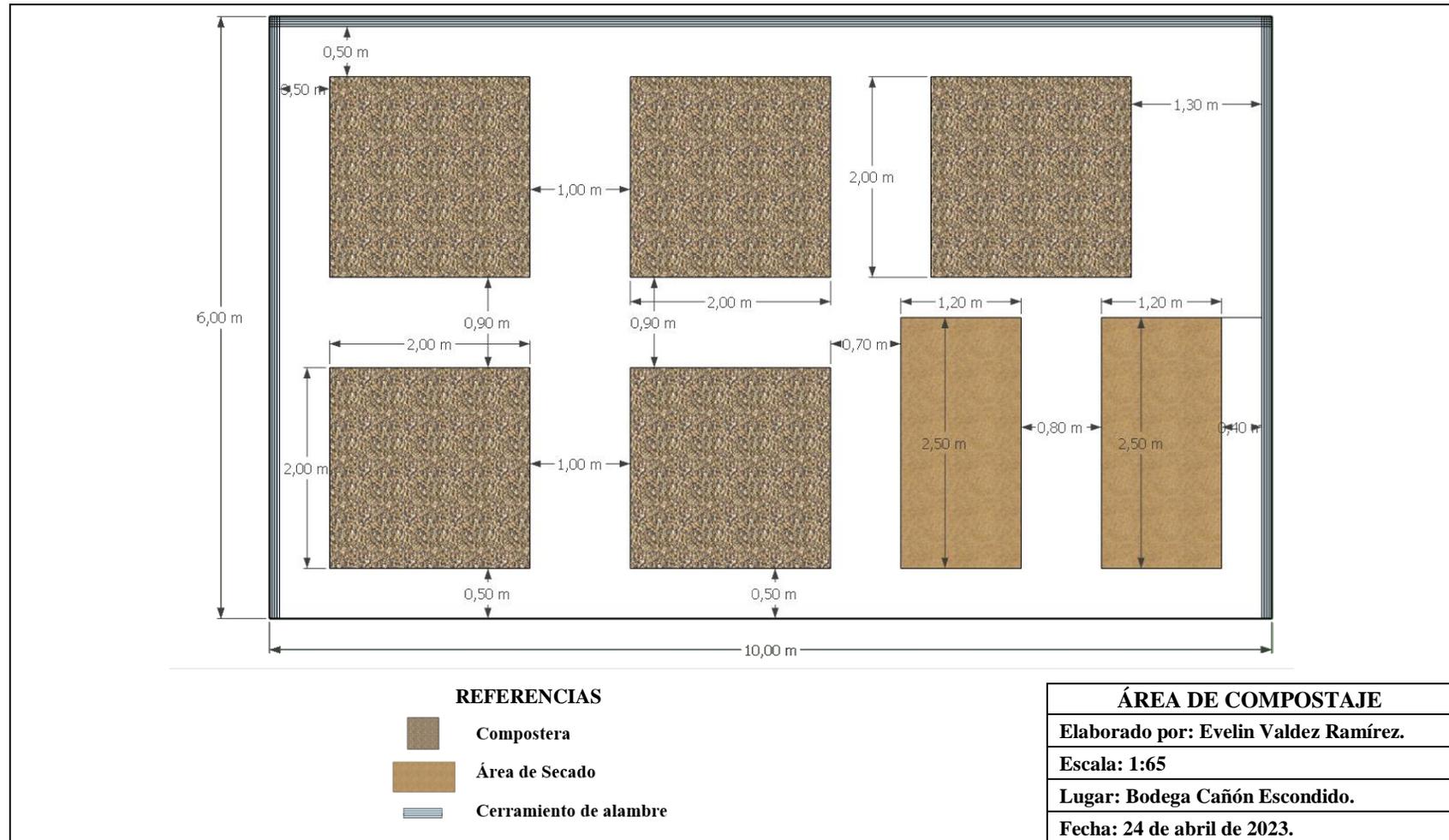
Es importante mencionar que los espacios destinados para el secado, pueden emplearse como composteras también ya que estos cumplen con las condiciones para realizar el compostaje, además de que se puede trasladar el compost después del tapado a estos espacios, ya que inicia la etapa descomposición aerobia al aire libre.

Se tiene una separación de un metro entre cada compostera, esto para facilitar el traslado de todos los elementos integrantes del compost y el traslado de compost entre las composteras y los espacios de secado, estas composteras se implementarán en la parte posterior de la Bodega principal y las áreas de almacenamiento.

Las composteras de tipo fosa en tierra, que se cavan directamente en el suelo, son las ideales para este tipo de residuos a tratar, ya que permite ampliar la profundidad cuando se tenga una mayor cantidad de residuos. Además, al estar en el suelo permite captar los lixiviados que puedan tener, ya que el orujo tiene una buena retención de humedad y al añadir más en la hidratación, puede generar focos de contaminación.

A continuación, se detalla una distribución en planta propuesta para las áreas de secado de orujo y las composteras.

Fig. 5-4. Distribución en planta de Área de Compostaje.



Fuente: Elaboración propia empleando SketchUp.

5.4.4. Elaboración de compost a base de orujo y residuos orgánicos

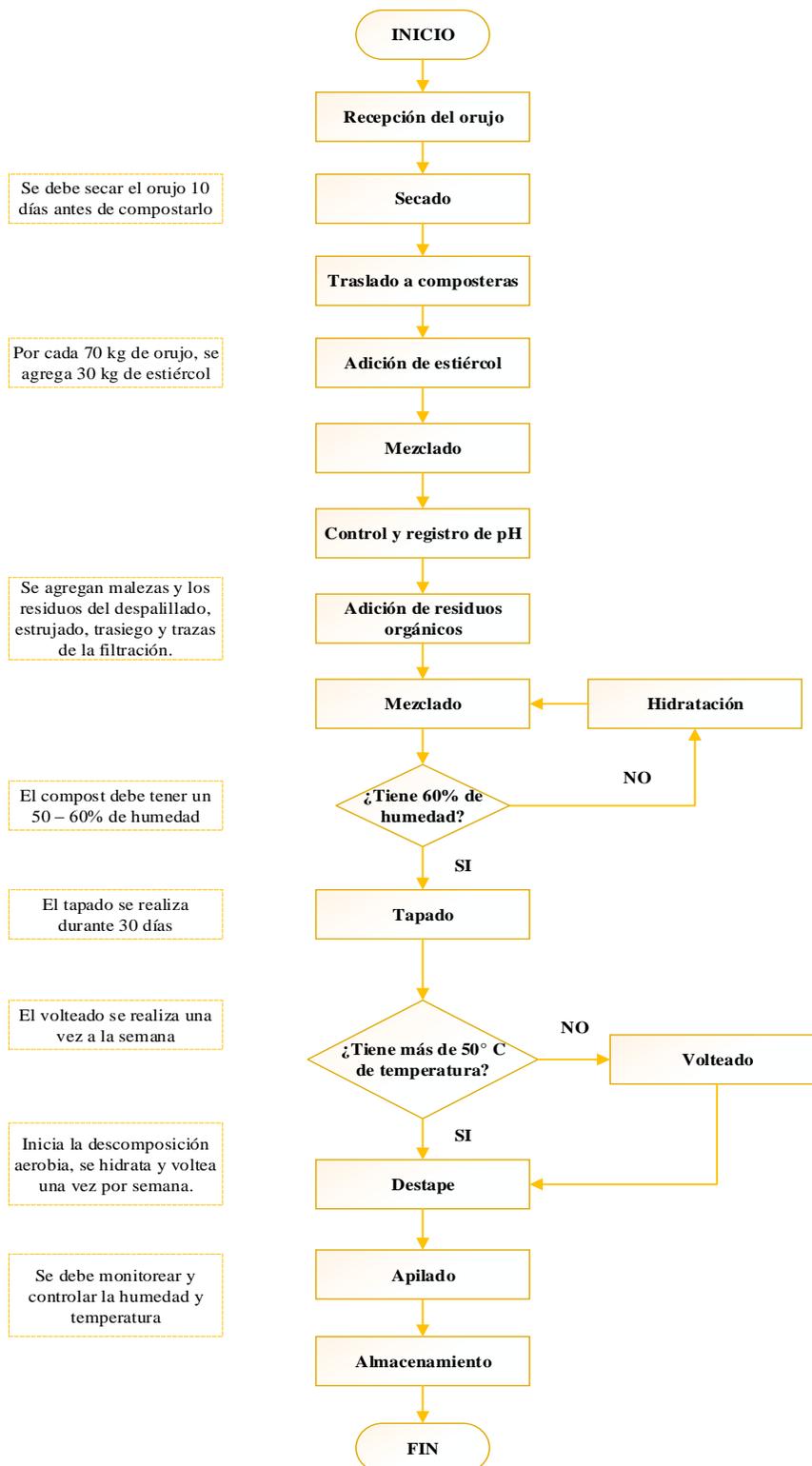
La elaboración del compost, no requiere de grandes esfuerzos, ya que principalmente se basa en la descomposición de los residuos en dos etapas, una anaerobia y otra aerobia, empleando el proceso de tratamiento de pilas con temperatura, humedad y pH controlados para favorecer la descomposición. Los pasos o etapas que se debe seguir para elaborar el compost del orujo, son los siguientes:

1. **Recepción del orujo:** La materia prima principal para elaborar el compost, es el orujo, mismo que se obtiene del prensado, este contiene un grado de humedad considerable, por lo que debe ser trasladado con cuidado.
2. **Secado:** El orujo contiene aproximadamente un 40% de humedad y un 60% de los restos de la uva como tal, es decir, cascara, semillas, restos de tallos, hollejo, entre otros. Por lo que debe ser secado previamente al aire libre para eliminar los lixiviados que pueden afectar al compost.
3. **Traslado a compostera:** Una vez seco el orujo, que aproximadamente el secado dura un tiempo de 10 días de exposición al sol, se traslada a la compostera realizada en el espacio destinado en la Bodega.
4. **Adición de estiércol:** Se añade estiércol de chiva, en una proporción del 30% en relación a la materia prima, para aportar nutrientes y microorganismos que ayuden en la descomposición, este elemento ya emplea la Bodega para fertilizar sus cultivos de manera directa, lo cual no representa un costo adicional.
5. **Mezclado:** Se realiza empleando palas y rastrillos, este es el primer mezclado que se realiza para estabilizar a los nutrientes, ácidos y azúcares que contienen ambos elementos.
6. **Adición de residuos orgánicos:** Se agrega posteriormente los residuos provenientes de los procesos de estrujado, filtrado y trasiego. De igual manera estos se pueden agregar restos de hojas de uva, malezas verdes y otros componentes para acelerar la descomposición. En este caso no se requiere agregar melazas o azúcares, ya que el orujo contiene azúcar y ya tuvo una fermentación previa.

- 7. Mezclado:** Una vez adicionados todos los elementos, se realiza un mezclado general para lograr una homogeneidad en la nueva masa de residuos que se tiene y se las apila de manera que tenga estabilidad.
- 8. Hidratación:** Se rocía la pila con agua para mantener la humedad adecuada durante el proceso de descomposición. Este es un factor importante, ya que se requiere de la humedad para que los microorganismos fortalezcan la descomposición. No se debe tener una gran humedad, la misma debe rondar entre el 50 y 60%. Por lo que se recomienda hidratar una vez o dos veces por semana dependiendo las condiciones del clima.
- 9. Control de pH:** El pH es un parámetro que puede condicionar la actividad biológica que degrada la materia orgánica, en general las bacterias prefieren un pH cercano a la neutralidad con un rango comprendido entre 6-7,5. El pH de la mezcla de compostaje puede experimentar una bajada al inicio del proceso debido a la formación de ácidos orgánicos durante el proceso de degradación de las fracciones de materia orgánica más lábiles. Con posterioridad, el pH aumentará debido a la degradación de compuestos de naturaleza ácida y a la mineralización de compuestos nitrogenados hasta la forma de amoníaco, actuando también el proceso de amonificación como un importante sumidero de protones y, por tanto, favoreciendo al aumento del pH. Debido a esta conducta y a su variación durante el proceso de compostaje, el pH se ha tomado como parámetro indicativo de la buena evolución del proceso. Cabe señalar que altas temperaturas y los valores de pH básicos favorecen la pérdida de amoníaco en forma gaseosa, repercutiendo estas pérdidas en el valor fertilizante final del compost. Además, este amoníaco libre puede resultar tóxico para los microorganismos y para las plantas siendo, además, muy reactivo con un gran número de compuestos orgánicos.
- 10. Tapado:** Una vez se tiene todo listo, la compostera tiene una profundidad de 50 cm aproximadamente, por lo que se debe asegurar que esté tapada los primeros 30 días con una capa de nylon o una carpa gruesa para que se tenga la temperatura y humedad adecuada para favorecer la descomposición.

- 11. Volteo:** Se realiza el volteo de la pila de compost durante una vez a la semana para mezclar los ingredientes y asegurar una descomposición uniforme.
- 12. Control de temperatura y pH:** Durante cada hidratación y volteo, se debe realizar un control de temperatura, esto para tener un adecuado proceso de descomposición, la temperatura nunca debe ser menor a los 40°C, en esta etapa de tapado se generan ácidos orgánicos, por lo que el pH ronda por un valor de 6, que poco a poco ira subiendo hasta llegar a un valor de 8. Este control se realiza con un termómetro y un pHímetro o el papel tornasol.
- 13. Hidratación:** Se agrega agua a la mezcla de compost para que este tenga la humedad adecuada, no debe ser menor al 40% ya que esto afectará al proceso de descomposición de los residuos. Se realiza una vez por semana.
- 14. Destape:** Una vez concluida la descomposición de los residuos en su mayoría, se recomienda quitar la cobertura que se tenía en la compostera, esto para realizar la aireación y se concluya el proceso de descomposición de los residuos en una etapa aerobia.
- 15. Apilado:** Durante unos dos meses se tiene que tener el compost en pilas para que se dé la descomposición aerobia. En esta etapa se realiza el tratamiento final de los residuos.
- 16. Hidratación y Volteo:** Al igual que en la etapa de tapado, cada semana se debe hidratar y voltear el compost, esto para mantener la humedad y temperatura adecuada para que los microorganismos se encarguen de la descomposición de todos los residuos. Usualmente se realiza una vez por semana, pero debido a factores externos, como el cambio de clima, humedad, entre otros, se debe realizar controles de temperatura constantemente.
- 17. Control de pH y temperatura:** Se debe seguir realizando el control semanal del pH y la temperatura, esto para garantizar las condiciones en las que se trata el compost. La temperatura ronda por lo 50°C y el pH asciende cada semana.
- 18. Almacenamiento temporal:** Una vez concluida con la etapa de elaboración y descomposición, se traslada el compost obtenido a un almacén temporal para su uso en Bodega o se embolsa para destinarlos para la venta.

Fig. 5-5. Diagrama de flujo del proceso de compostaje.



Fuente: Área de producción de Bodega Cañón Escondido.

5.4.5. Pruebas preliminares de elaboración del compost

Se realizaron pruebas para el tratamiento de los residuos mediante el compostaje, para lo cual se implementó una compostera de 0,5x0,5 metros con una profundidad aproximada de 30 cm, donde se mezclaron los siguientes elementos:

- ✓ Orujo seco (7 kg)
- ✓ Estiércol de chivo (3 kg)
- ✓ Malezas verdes (1 kg)
- ✓ Escobajo (2,8 kg)
- ✓ Residuos de trasiego y filtrado (0,2 kg)
- ✓ Agua (2 kg)

Fig. 5-6. Tratamiento de residuos mediante el compostaje.



Fuente: Fotografías de respaldo de la investigación.

Posteriormente, se procedió al tapado para que inicie la descomposición anaerobia, en esta etapa se debe realizar la hidratación y el volteado una vez por semana, este proceso dura en total 4 semanas. Durante esta etapa, no se tuvieron inconvenientes de ningún tipo, se debe prever que la malla o carpa con la que se realizará el tapado, sea lo suficientemente resistente para que no se tenga problemas.

Una vez cumplidas las cuatro semanas, se realiza el destape y apilado para que se de inicio con la descomposición aerobia, que básicamente se realiza al aire libre, esta tiene una duración de dos meses, se realiza la hidratación y volteo una vez por semana.

Es importante realizar inspecciones visuales y monitoreos constantemente, ya que, al estar al aire libre, se debe controlar la humedad para favorecer la descomposición, por factores externos como temperaturas elevadas, puede ser necesario hidratar dos veces a la semana. Como así también se debe tener en cuenta factores como el viento, lluvias, animales, entre otros, ya que esto puede alterar el proceso de tratamiento.

Para analizar de manera detallada estas pruebas preliminares realizadas, se sugiere revisar el *Anexo 2. Pruebas preliminares de elaboración del Compost*, mismo que contiene un reporte fotográfico de cada etapa y actividad realizada.

A continuación, se detalla una planilla de control realizada para controlar y monitorear todo el proceso de tratamiento de los residuos mediante el compostaje.

Tabla V-3. Planilla de registro de volteo e hidratado de compost.

REGISTRO DE VOLTEOS E HIDRATACIÓN DEL COMPOST					
Proceso: Elaboración de compost			Lugar: Bodega Cañón Escondido		
Responsable: Evelin Valdez			Fecha de Inicio:		Planilla N° 1
PERIODO	VOLTEO	CANTIDAD	HIDRATADO	CANTIDAD	OBSERVACIÓN
Semana 1	X	1	X	1	Normal
Semana 2	X	2	X	2	Humedad baja
Semana 3	X	1	X	1	Normal
Semana 4	X	1	X	1	Normal
Semana 5	X	1	X	1	Normal
Semana 6	X	1	X	1	Normal
Semana 7	X	1	X	1	Normal
Semana 8	X	1	X	1	Normal
Semana 9	X	2	X	2	Temperatura elevada
Semana 10	X	1	X	1	Normal
Semana 11	X	2	X	2	Temperatura elevada
Semana 12	X	2	X	2	Muestra un poco seca
Semana 13	X	1	X	1	Normal
Semana 14	X	X	X	X	% humedad correcta

Fuente: Elaboración propia en base a actividades realizadas.

En total se consideran 14 semanas para el tratamiento de los residuos sólidos mediante el compostaje, usualmente con las condiciones climáticas favorables y los volteos constantes, se puede obtener hasta en 12 semanas el compost.

Una vez finalizado el proceso de tratamiento de los residuos sólidos, se espera que el compost tenga la siguiente composición fisicoquímica, ya que estos son los valores usuales del contenido de una muestra de compost de orujo fermentado.

Tabla V-4. Resultados esperados en laboratorio del compost elaborado.

COMPONENTE	EXPRESION	VALOR
Humedad	%	28,62
pH		8,25
Conductividad Eléctrica	dS/m	1,42
Materia Orgánica	%	39,54
Nitrógeno Total	%	2,89
Relación C/N		7,60
Cobre	mg/kg	57,00
Zinc	mg/kg	46,00
Arsénico	mg/kg	0,01
Cadmio	mg/kg	0,46
Cromo	mg/kg	9,42
Niquel	mg/kg	7,90
Plomo	mg/kg	16,65
Relación Arsenio/Nitrato		1,30

Fuente: Compostaje de tres tipos de materia orgánica. (Zambonino, 2013)

En base a estos resultados, se puede replicar este proceso de elaboración de compost en la Bodega, para lo cual se desarrolla la distribución en planta propuesta con la ubicación exacta a escala de las composteras, misma que se puede visualizar en el *Anexo 3. Herramientas de procesos del Compost*. De igual manera en el mismo, se detalla un diagrama de recorrido, donde se estima las distancias y tiempos que pueden generarse en realizar las actividades propuestas en el proceso descrito anteriormente.

Las distancias y tiempos, se estiman en base a referencias de tiempos que se toma en cuenta para la realización de ciertas actividades, las distancias se miden de acuerdo a la distribución en planta propuesta, considerando los espacios por donde se realiza el recorrido de la materia prima y el personal encargado de realizar dichas actividades.

A forma de esquematizar el proceso de elaboración de compost, a continuación, se detalla un cursograma analítico donde se tienen datos de tiempos y distancias estimadas en base a las herramientas empleadas para analizar los procesos descritos.

Tabla V-5. Cursograma analítico del proceso de compost.

CURSOGRAMA ANALÍTICO						BODEGA CAÑÓN ESCONDIDO - BOLIVIA -				
Mét. Actual		Mét. Propuesto	X	Fecha: abril 2023.						
Cursograma N°		Hoja 01-01		RESUMEN						
Objetivo: Describir de manera detallada el proceso de elaboración del compostaje. Proceso: Elaboración de compost. Lugar: Bodega Cañón Escondido. Operario: Tec. Miguel Rodríguez Cantidad: 1.000 kilos Elaborado por: Evelin Valdez R.				Actividad	Simb.	Act.	Prop.	Econ.		
				Operación		-	15			
				Inspección		-	5			
				Demora		-	4			
				Transporte		-	6			
				Almacenamiento		-	1			
				Distancia (m)		1.288 metros				
				Tiempo (hrs)		2431,15 horas – 101 días aprox.				
N°	Actividad	Frecuencia	Tiempo (hrs)	Distancia (m)	Símbolo					Observaciones
										
1	Traslado de orujo a área de secado	10	0,25	250						Traslado en carretilla.
2	Recepción del orujo	1	0,1							Áreas readecuadas.
3	Secado	1	240							Duración de 10 días.
4	Volteo	2	0,15	8						Dos veces en el secado.
5	Revisión de humedad	1	0,05							Control manual.
6	Traslado de orujo a composteras	10	0,20	180						Traslado en carretilla.
7	Traslado de estiércol de chivo	7	0,35							Debe estar semi húmedo.
8	Mezclado	2	0,15							Mezclado manual.
9	Estabilización	1	24							Dura un día.
10	Traslado de residuos orgánicos	1	0,05	70						Traslado en carretilla.
11	Adición de residuos orgánicos	1	0,10							Restos de filtrado.
12	Adición de malezas	1	0,10							Malezas de cultivos.
13	Adición de otros residuos	1	0,10							Residuos de despallado.
14	Mezclado	1	0,15							Mezclado manual.
15	Tapado	1	792							Duración de 33 días.
16	Destape de revisión	4	0,25							Para controlar humedad.
17	Control de temperatura y ph	4	0,15							Una vez por semana.
18	Revisión de humedad	4	0,15							Control manual.
19	Hidratación	4	0,25							Dos veces por semana.
20	Volteo	4	0,50							Una vez por semana.
21	Destape final	1	0,10							Se quita la carpa.
22	Aireación inicial	1	0,25							Pilas de 1 metro de altura.
23	Apilado	1	1368							Duración de 57 días.
24	Control de temperatura y ph	8	0,35							Una vez por semana.
25	Revisión de humedad	8	0,35							Control manual.
26	Hidratación	8	0,85							Dos veces por semana.
27	Volteo	8	1,25							Una vez por semana.
28	Traslado de bolsas a composteras	1	0,10	180						Traslado manual.
29	Llenado de bolsas	20	0,50							Llenado manual.
30	Traslado de bolsas a almacén	20	0,35	600						Traslado en carretilla.
31	Almacenamiento final	1								Almacén aireado.
TOTAL			2431,15	1.288	15	5	4	6	1	

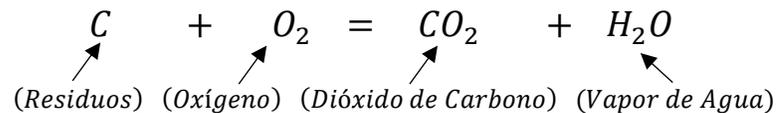
Fuente: Elaboración propia.

El diagrama de flujo y cursograma analítico descritos anteriormente, esquematizan el proceso de elaboración de compost, para facilitar la comprensión de las actividades a realizar, se concluye que se tiene una distancia de 1.288 metros y un tiempo aproximado de 101 días.

5.4.6. Análisis de la composición del compost

El compost es el producto final que se obtiene a través de la descomposición controlada de los residuos orgánicos provenientes de la producción, mediante el proceso del compostaje, mismo que tiene una etapa anaerobia y aerobia, se estima un total aproximado de tres meses para la obtención del compost listo para su uso.

Se debe considerar, que, durante el proceso de descomposición de residuos, generalmente se tienen reacciones químicas asociadas a la degradación enzimática y oxidativas, por lo que una reacción química general para el compostaje es la siguiente:



Los residuos orgánicos son ricos en carbono, por lo que, por la adición de calor durante el compostaje, situación que facilita la oxidación, con lo que se emite pequeñas cantidades de dióxido de carbono y vapor de agua, es por eso la importancia de hidratar cada vez el compost durante el proceso.

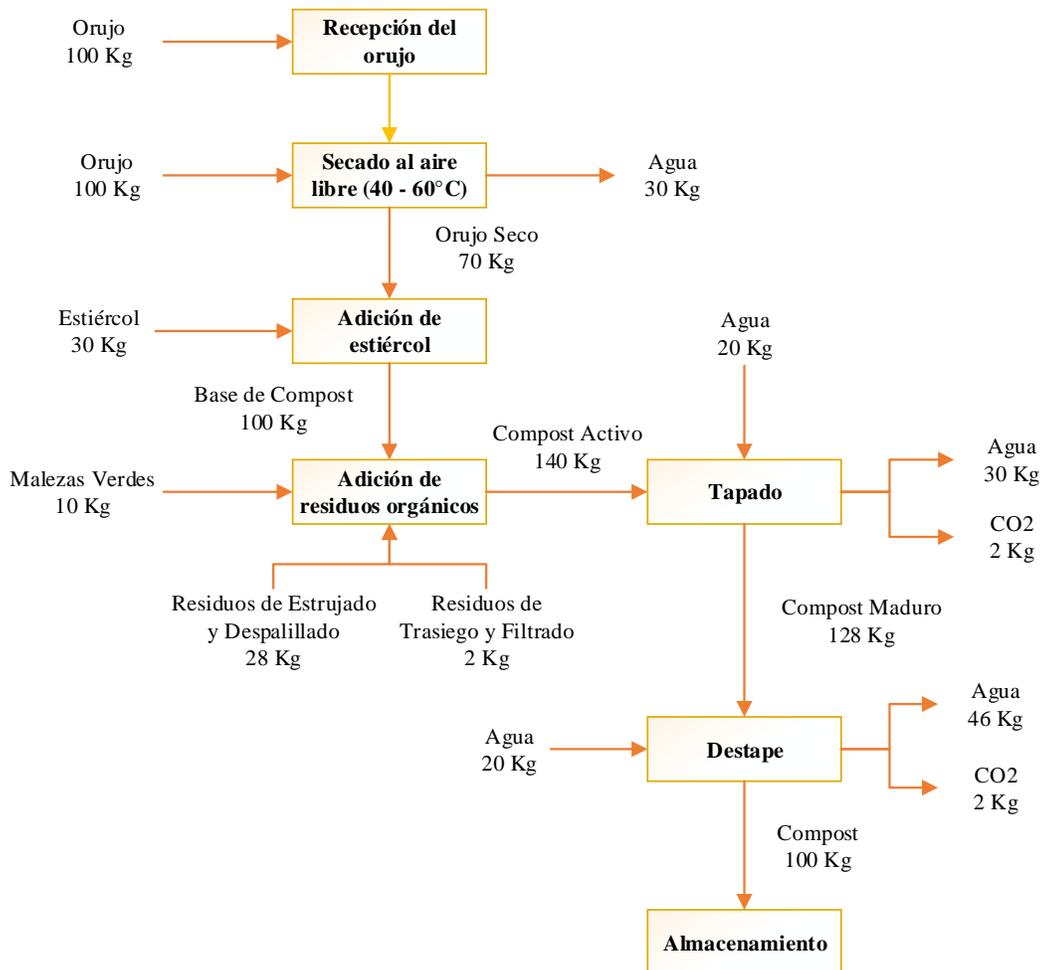
Fig. 5-7. Tratamiento del orujo y demás residuos orgánicos.



Fuente: Compost de orujo de uva. (Flanzy, 2013) y fotografía de Cañón Escondido.

A continuación, se detalla un diagrama que refleja las entradas y salidas en cada etapa del proceso, considerando las pruebas preliminares realizadas, donde se toma en cuenta las cantidades de residuos que se tratan y el producto final que se obtiene para una base de 100 Kg de orujo que ingresa al proceso productivo.

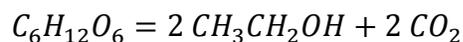
Fig. 5-8. Balance de masa del proceso de compostaje.



Fuente: Elaboración propia en base a pruebas preliminares realizadas.

El orujo contiene una gran cantidad de humedad y residuos de la fermentación, por lo que es importante que estos sequen y se eliminen los lixiviados que se pueden generar, esto facilita la estabilización de la mezcla del orujo, residuos orgánicos y el estiércol que se agrega. No se emiten grandes cantidades de gases, ya que el orujo paso por una etapa de fermentación inicial, donde se perdió la mayor parte de CO₂ y otros gases.

De igual manera, para analizar de manera correcta la composición del compost, se debe considerar que el orujo es de tipo fermentado, por lo que se tienen restos de la fermentación en su composición, para esto se conoce que la reacción química presente el proceso de fermentación es la siguiente:



Glucosa = 2 Etanol + 2 Dióxido de Carbono

La glucosa se degrada en un ácido pyruvic. Este ácido pyruvic se convierte luego en CO₂ y etanol, tal como se detalla en la fórmula de la reacción de la fermentación alcohólica, generando los siguientes componentes en masa:

Glucosa = 2 Etanol + 2 Dióxido de Carbono

$$180 \text{ g} = 92 \text{ g} + 88 \text{ g}$$

$$180 \text{ g} = 180 \text{ g}$$

Esto quiere decir que, de todo el azúcar (glucosa) de la uva en la fermentación, el 51% se convierte en alcohol (etanol) y el resto se despiden a la atmósfera en forma de CO₂ lo que genera que el orujo sea rico en carbono, pero al mezclarse con otro tipo de residuos orgánicos se genera una nueva composición química.

En el caso del compost de orujo de uva, éste es rico en potasio, nitrógeno y fósforo, esto por las malezas, estiércol y residuos fermentados que se agregan a la mezcla durante el tratamiento mediante el compostaje. Es importante mencionar que el carbono inicial que se tenía en la composición, se transforma en CO₂ que se despiden directamente a la atmósfera durante el proceso de descomposición.

En base a esto, se puede concluir que los componentes de la fermentación no son tan representativos al finalizar el proceso de tratamiento, ya que estos se descomponen y degradan, generando un producto final rico en potasio, con presencia de carbono, fósforo y nitrógeno, que son los macronutrientes más usados para fertilizar suelos.

Es importante mencionar, que no todo el orujo se obtiene de una sola vez en el proceso productivo, sino que el mismo sale en etapas diferentes, ya que hay orujos que se usan para segundas fermentaciones y hay uvas que se procesan mucho antes o mucho después de la vendimia principal.

Cada compostera tiene una capacidad de almacenar 750 kg de residuos, contando las cinco habilitadas, se tiene 3.750 kg para tratar, pero como el orujo se obtiene en cantidades periódicas, se estima que, en el primer año de elaboración de compost, en la primera extracción de orujo de las prensadoras, se llegue a tratar hasta 3.000 kg en total en el primer lote de residuos, continuando así hasta llegar a 9.000 kg producidos en todo el año. La utilización de las composteras por cada lote es el siguiente:

$$Utilización (\%) = \frac{Capacidad\ utilizada}{Capacidad\ de\ diseño} \times 100$$

$$Utilización (\%) = \frac{3.000\ kg}{3.750\ kg} \times 100$$

$$Utilización (\%) = 80\%$$

De igual manera, se puede calcular la eficiencia del tratamiento y descomposición de los residuos, ya que, de acuerdo al balance de masa realizado anteriormente, se tiene una eficiencia de 71,43%, ya que de 140 kg de compost activo (mezcla de residuos y estiércol), se obtiene un producto terminado de 100 kg, es decir, producto ya tratado y estabilizado mediante el proceso de compostaje. El cual es un valor más que aceptable ya que supera el 70% de eficiencia.

$$Eficiencia (\%) = \frac{Compost\ terminado}{Compost\ activo} \times 100$$

$$Eficiencia (\%) = \frac{100\ kg}{140\ kg} \times 100$$

$$Eficiencia (\%) = 71,43\%$$

5.5. Plan de mitigación de impactos de Bodega Cañón Escondido

El Plan de Mitigación de Impactos Ambientales, pretende minimizar el impacto de todas las actividades que generan un riesgo para el medio ambiente, estas actividades se detallan en la *Tabla IV-1. Detalle de acciones principales a realizar en la Bodega.*

Los procesos que generan un impacto alto, son los que están relacionados directamente con el orujo y demás residuos que se obtienen durante la fermentación, para el cual el plan de mitigación está orientado directamente a tratar el orujo que se genera del prensado mediante el proceso de compostaje, ya que este es el principal contaminante que se genera, logrando mitigar los impactos generados.

Fig. 5-9. Prueba de realización de compost.



Fuente: Reporte fotográfico realizado.

La implementación del presente plan, conlleva una duración de 109 días, con este plan se puede iniciar desde el mes de abril hasta el mes de noviembre, inclusive diciembre, ya que a partir del mes de abril se obtienen los primeros orujos de la fermentación, en base a esto se considera el año 2024 como primer año de tratamiento del orujo.

La elaboración del compostaje en la Bodega, se divide en dos fases, la primera es la preparación del orujo, que básicamente se centra en el secado al aire libre, para lo cual se debe considerar un volteo diario, se debe tapar el mismo por las noches y cuando se tengan lluvias para obtener mejores resultados, la segunda fase es la descomposición de los residuos. A continuación, se detalla una tabla y cronograma de elaboración del compost que incluye las actividades y fechas para lograr la mitigación de impactos.

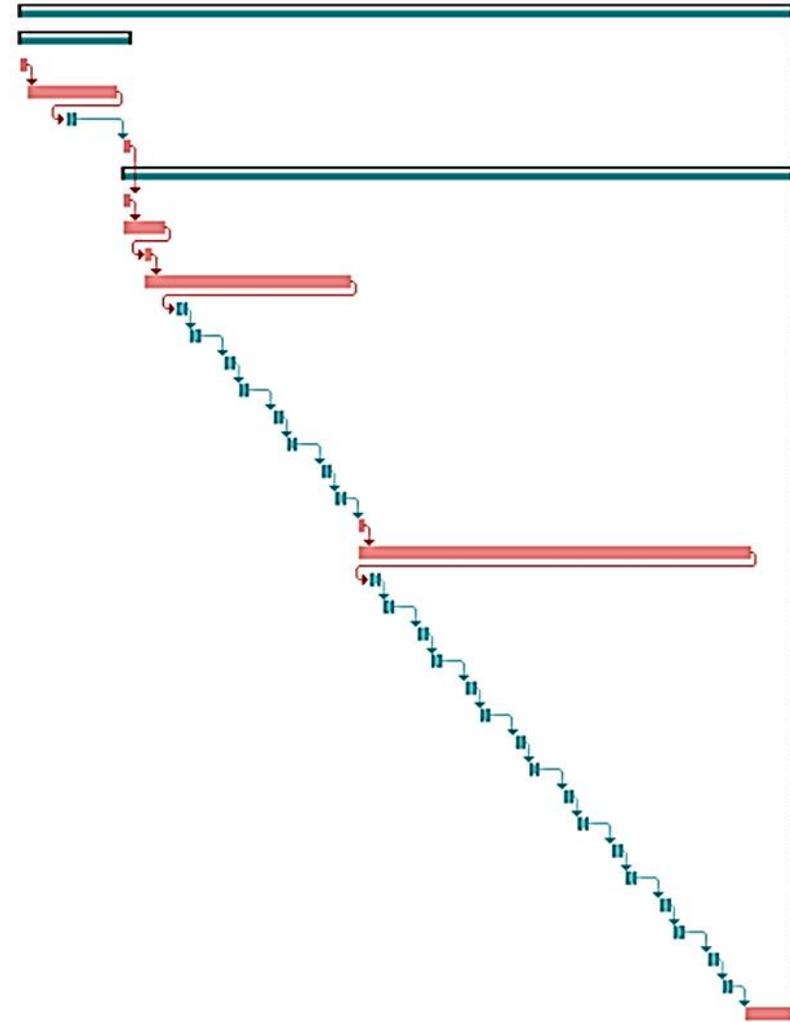
Tabla V-6. Plan de mitigación de impactos.

N°	Actividad	Fecha Inicio	Fecha Final	Duración (días)
FASE 1: PREPARACIÓN DEL ORUJO				
1.1	Traslado del orujo a áreas de secado	17/04/2024	17/04/2024	1
1.2	Secado	18/04/2024	28/04/2024	10
1.3	Volteo	24/04/2024	24/04/2024	1
1.4	Traslado a composteras	02/05/2024	02/05/2024	1
FASE 2: ELABORACIÓN DEL COMPOSTAJE				
2.1	Recepción de orujo seco	02/05/2024	02/05/2024	1
2.2	Adición de estiércol y otros residuos	05/05/2024	05/05/2024	1
2.3	Mezclado	05/05/2024	05/05/2024	1
2.4	Tapado	05/05/2024	05/06/2024	33
2.5	Hidratado	10/05/2024	10/05/2024	1
2.6	Volteo	12/05/2024	12/05/2024	1
2.7	Hidratado	17/05/2024	17/05/2024	1
2.8	Volteo	19/05/2024	19/05/2024	1
2.9	Hidratado	24/05/2024	24/05/2024	1
2.10	Volteo	26/05/2024	26/05/2024	1
2.11	Hidratado	31/05/2024	31/05/2024	1
2.12	Volteo	02/06/2024	02/06/2024	1
2.13	Destape	05/06/2024	05/06/2024	1
2.14	Apilado	05/06/2024	31/07/2024	57
2.15	Hidratado	07/06/2024	07/06/2024	1
2.16	Volteo	09/06/2024	09/06/2024	1
2.17	Hidratado	14/06/2024	14/06/2024	1
2.18	Volteo	16/06/2024	16/06/2024	1
2.19	Hidratado	21/06/2024	21/06/2024	1
2.20	Volteo	23/06/2024	23/06/2024	1
2.21	Hidratado	28/06/2024	28/06/2024	1
2.22	Volteo	30/06/2024	30/06/2024	1
2.23	Hidratado	05/07/2024	05/07/2024	1
2.24	Volteo	07/07/2024	07/07/2024	1
2.25	Hidratado	12/07/2024	12/07/2024	1
2.26	Volteo	14/07/2024	14/07/2024	1
2.27	Hidratado	19/07/2024	19/07/2024	1
2.28	Volteo	21/07/2024	21/07/2024	1
2.29	Hidratado	26/07/2024	26/07/2024	1
2.30	Volteo	28/07/2024	28/07/2024	1
2.31	Almacenado	31/07/2024	04/08/2024	5

Fuente: Elaboración propia.

Fig. 5-10. Cronograma de ejecución del Plan de Mitigación.

PLAN DE MITIGACIÓN	80 días	mié 17/04/24	mar 06/08/24
FASE 1: Preparación del Orujo	12 días	mié 17/04/24	jue 02/05/24
Traslado del orujo a áreas de secado	1 día	mié 17/04/24	mié 17/04/24
Secado	9 días	jue 18/04/24	mar 30/04/24
Volteo	1 día	mié 24/04/24	mié 24/04/24
Traslado a composteras	1 día	jue 02/05/24	jue 02/05/24
FASE 2: Elaboración de Compost	69 días	jue 02/05/24	mar 06/08/24
Recepción de orujo seco	1 día	jue 02/05/24	jue 02/05/24
Adición de estiércol y otros residuos	4 días	jue 02/05/24	mar 07/05/24
Mezclado	1 día	dom 05/05/24	dom 05/05/24
Tapado	22 días	dom 05/05/24	lun 03/06/24
Hidratado	1 día	vie 10/05/24	vie 10/05/24
Volteo	1 día	dom 12/05/24	dom 12/05/24
Hidratado	1 día	vie 17/05/24	vie 17/05/24
Volteo	1 día	dom 19/05/24	dom 19/05/24
Hidratado	1 día	vie 24/05/24	vie 24/05/24
Volteo	1 día	dom 26/05/24	dom 26/05/24
Hidratado	1 día	vie 31/05/24	vie 31/05/24
Volteo	1 día	dom 02/06/24	dom 02/06/24
Destape	1 día	mié 05/06/24	mié 05/06/24
Aplado	41 días	mié 05/06/24	mié 31/07/24
Hidratado	1 día	vie 07/06/24	vie 07/06/24
Volteo	1 día	dom 09/06/24	dom 09/06/24
Hidratado	1 día	vie 14/06/24	vie 14/06/24
Volteo	1 día	dom 16/06/24	dom 16/06/24
Hidratado	1 día	vie 21/06/24	vie 21/06/24
Volteo	1 día	dom 23/06/24	dom 23/06/24
Hidratado	1 día	vie 28/06/24	vie 28/06/24
Volteo	1 día	dom 30/06/24	dom 30/06/24
Hidratado	1 día	vie 05/07/24	vie 05/07/24
Volteo	1 día	dom 07/07/24	dom 07/07/24
Hidratado	1 día	vie 12/07/24	vie 12/07/24
Volteo	1 día	dom 14/07/24	dom 14/07/24
Hidratado	1 día	vie 19/07/24	vie 19/07/24
Volteo	1 día	dom 21/07/24	dom 21/07/24
Hidratado	1 día	vie 26/07/24	vie 26/07/24
Volteo	1 día	dom 28/07/24	dom 28/07/24
Almacenado	5 días	mié 31/07/24	mar 06/08/24



Fuente: Elaboración propia.

5.6. Plan de prevención de riesgos

El plan de prevención de riesgos, está orientado a aquellos procesos y actividades que tienen impactos potenciales, que actualmente no generan un impacto considerable, pero de no tomar medidas, tienen riesgos potenciales de contaminación si no tienen un manejo adecuado dentro de la Bodega.

Con este plan se reducirá el riesgo ambiental que generan las actividades relacionadas a la elaboración del compost, para lo cual se debe adaptar las áreas destinadas para las composteras. Este plan se divide en tres fases, la primera es de la limpieza del área donde se implementará las composteras, ya que esta tiene malezas, mismas que serán empleadas después en el compost para su descomposición, la segunda es el cerramiento perimetral del área y por último la excavación de las composteras.

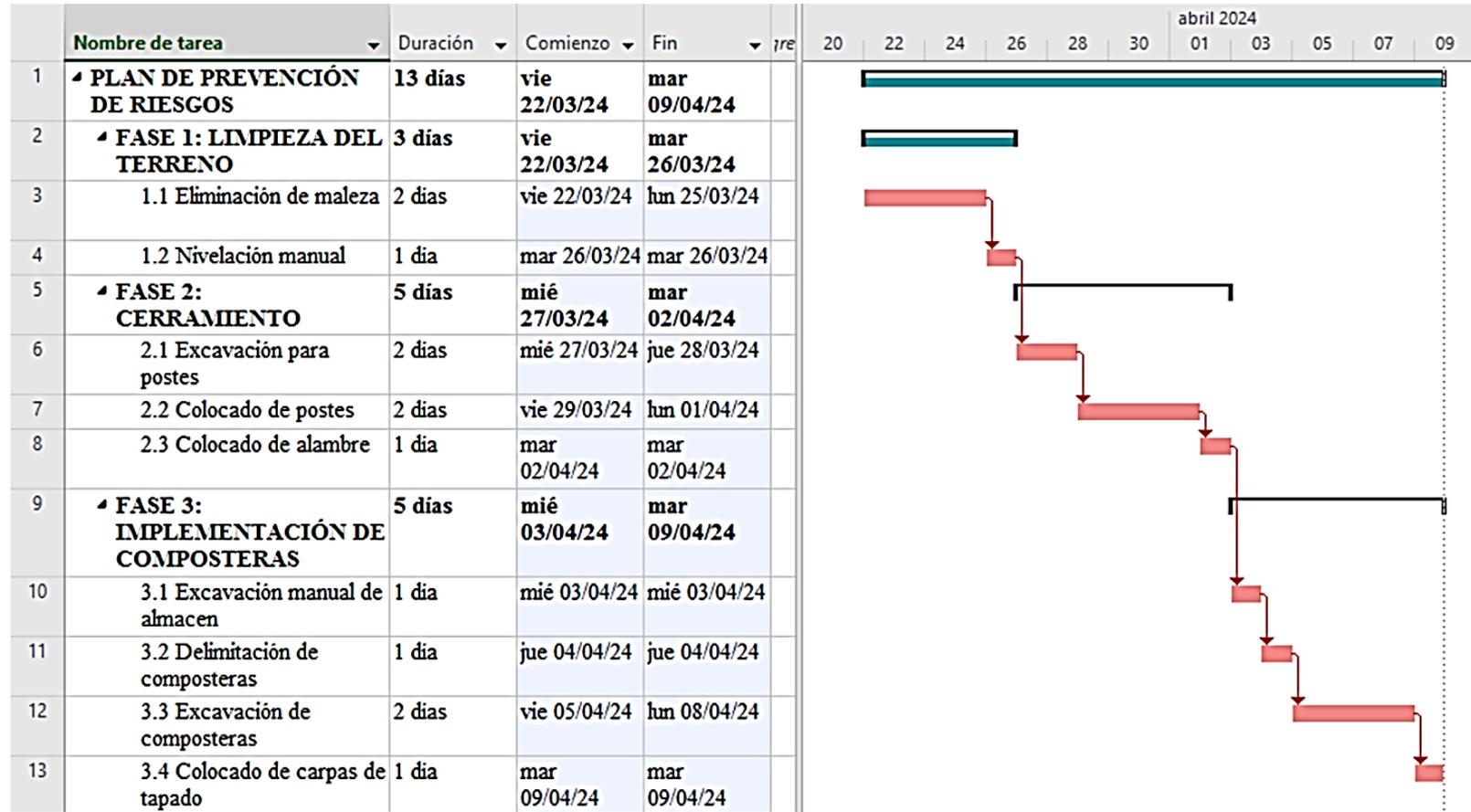
A continuación, se detalla la planificación, de las principales actividades a realizar dentro del plan de prevención de riesgos a adoptar en la Bodega. Se incluyen las actividades para cada fase, iniciando el 22 de marzo y finalizando el 9 de abril, se tiene estipulado una duración de 13 días laborales, tal como se detalla en el cronograma de ejecución siguiente.

Tabla V-7. Plan de prevención de riesgos.

N°	Actividad	Fecha Inicio	Fecha Final	Duración (días)
FASE 1: LIMPIEZA DEL TERRENO				
1.1	Eliminación de maleza	22/03/2024	23/03/2024	2
1.2	Nivelación manual	24/04/2024	24/04/2024	1
FASE 2: CERRAMIENTO PERIMETRAL				
2.1	Excavación para postes	27/03/2024	28/03/2024	1
2.2	Colocado de postes	29/03/2024	30/03/2024	1
2.3	Colocado de alambre	30/03/2024	31/03/2024	10
FASE 3: IMPLEMENTACIÓN DE COMPOSTERAS				
3.1	Excavación para almacén temporal	03/04/2024	03/04/2024	1
3.2	Delimitación de composteras	04/04/2024	04/04/2024	1
3.3	Excavación de composteras	05/04/2024	06/04/2024	2
3.4	Colocado de carpas de tapado	09/04/2024	09/04/2024	1

Fuente: Elaboración propia.

Fig. 5-11. Cronograma de ejecución del Plan de Prevención de Riesgos.



Fuente: Elaboración propia.

5.7. Plan de contingencias

El Plan de contingencias, está orientado específicamente a aquellos procesos que tienen un impacto medio en el ambiente, es decir, que ya generan un impacto ambiental, se toman medidas correctivas y de tratamiento, para no generar un impacto mayor en el ambiente, ya que estos pueden ser de severidad alta o muy alta, de acuerdo a la clasificación de severidad y magnitud realizado en los capítulos anteriores.

Los procesos que generan residuos contaminantes de severidad media, son los que provienen del trasiego y filtrado durante la etapa de producción, estos contienen ácidos orgánicos y restos fermentados de uva, los mismos que al ser desechados sin previo tratamiento, tiene impactos en el suelo, desde provocar la erosión y pérdida de la fertilidad del mismo, por lo que deben ser almacenados en contenedores.

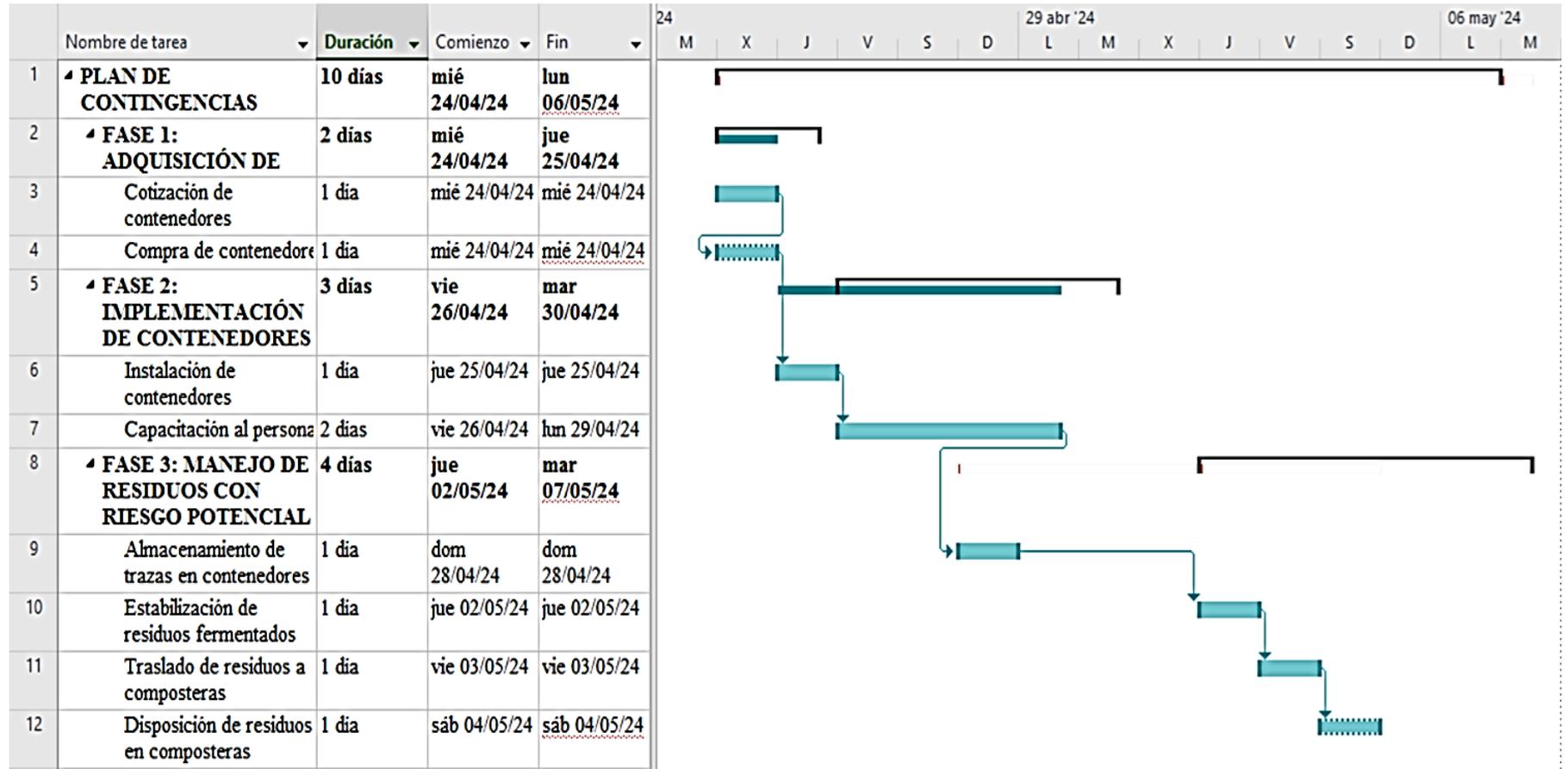
Con este plan se estabilizan y controlan los residuos hasta que se traten mediante el compostaje, situación que mitiga los impactos que se pueden generar. Se estima una duración de 10 días laborales para implementar el plan, iniciando el 24 de abril y finalizando el 4 de mayo, tal como se detalla en la table y cronograma de ejecución siguiente.

Tabla V-8. Plan de contingencias.

N°	Actividad	Fecha Inicio	Fecha Final	Duración (días)
FASE 1: ADQUISICIÓN DE CONTENEDORES				
1.1	Cotización de contenedores	24/04/2024	24/04/2024	1
1.2	Compra de contenedores	25/04/2024	25/04/2024	1
FASE 2: IMPLEMENTACIÓN DE CONTENEDORES				
2.1	Instalación de contenedores	26/04/2024	26/04/2024	1
2.2	Capacitación al personal	27/04/2024	27/04/2024	1
FASE 3: MANEJO DE RESIDUOS CON RIESGO POTENCIAL				
3.1	Almacenamiento de trazas en contenedores	02/05/2024	02/05/2024	1
3.2	Estabilización de residuos fermentados	02/05/2024	04/05/2024	3
3.3	Traslado de residuos a composteras	03/05/2024	04/05/2024	1
3.4	Disposición de residuos en composteras	04/05/2024	04/05/2024	1

Fuente: Elaboración propia.

Fig. 5-12. Cronograma de ejecución del Plan de Contingencias.



Fuente: Elaboración propia.

5.8. Plan de medidas compensatorias y restauradoras

El Plan de medidas compensatorias y restauradoras, está orientado directamente a tratar de contribuir que el impacto generado por la Bodega, sea compensado con alguna actividad o acción que mejore el estado ambiental, es decir, que ayude a restaurar el impacto que se pueda generar en cualquier punto de la operación de la empresa.

La cadena productiva de la elaboración de vino, como tal no genera impactos ambientales de gran consideración, ya que es de las industrias más amigables con el medio ambiente, siempre y cuando se realice un tratamiento y manejo adecuado de todos los residuos que se generan, en el caso de la Bodega Cañón Escondido, es necesario realizar un tratamiento a los residuos para no generar impactos negativos.

Por este motivo, como medida compensatoria, se propone el uso del compost elaborado en los viñedos, esto para fortalecer los cultivos y reducir el uso de agroquímicos y fertilizantes que no son orgánicos, lo que lleva a un menor impacto ambiental, con esto se mejora la calidad de la uva que produce la Bodega.

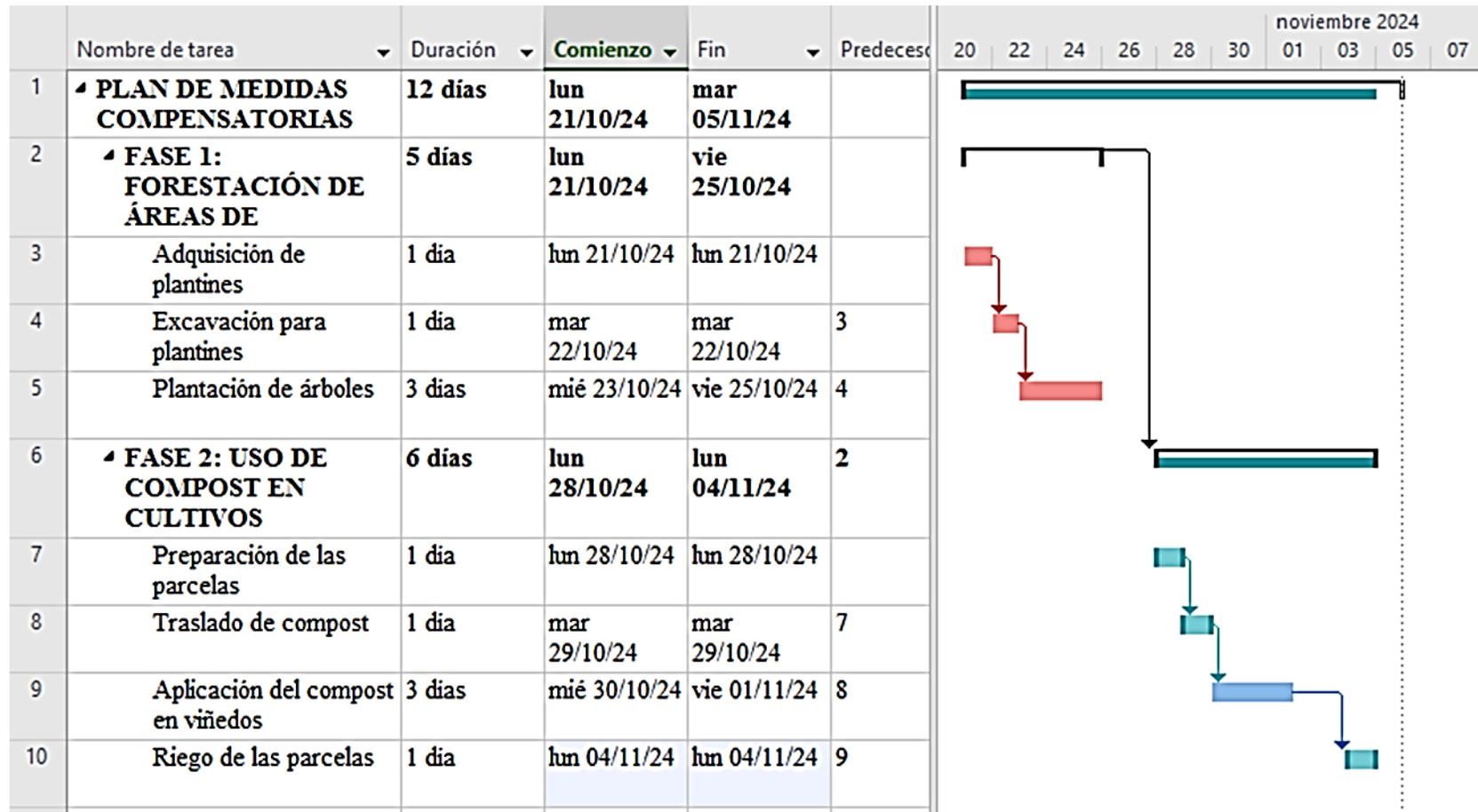
El compostaje genera CO₂ por la descomposición de residuos, en mínima cantidad, para compensar este impacto, se propone plantar árboles cerca de las composteras, se estima un total de 11 días laborales para implementar el plan, iniciando el 21 de octubre y finalizando el 4 de noviembre, tal como se detalla en la tabla y cronograma adjunto.

Tabla V-9. Plan de medidas compensatorias y restauradoras.

N°	Actividad	Fecha Inicio	Fecha Final	Duración (días)
FASE 1: FORESTACIÓN DE ÁREAS DE COMPOSTAJE				
1.1	Adquisición de plantines	21/10/2024	21/10/2024	1
1.2	Excavación para plantines	22/10/2024	22/10/2024	1
1.3	Plantación de árboles	23/10/2024	25/10/2024	3
FASE 2: USO DE COMPOST EN CULTIVOS				
3.1	Preparación de las parcelas	28/10/2024	28/10/2024	1
3.2	Traslado de compost	29/10/2024	29/10/2024	1
3.3	Aplicación del compost en viñedos	30/10/2024	01/11/2024	3
3.4	Riego de las parcelas	04/11/2024	04/11/2024	1

Fuente: Elaboración propia.

Fig. 5-13. Cronograma del Plan de Medidas Compensatorias y Restauradoras.



Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO VI

**ANÁLISIS FINANCIERO Y MECANISMOS
DE CONTROL DE LA PROPUESTA**

6.1. Introducción

Es importante que toda propuesta contenga beneficios de carácter económico para que las empresas opten por la misma, además de que se integren beneficios sociales y ambientales para lograr la sostenibilidad. Debido a esto, se calculan ciertos indicadores que permitan analizar el beneficio económico de la propuesta para la empresa.

Un factor que es de gran importancia dentro de la gestión ambiental en las empresas, especialmente industrias, es el control y seguimiento que se realiza a las actividades correctivas y preventivas a implementar para reducir el impacto ambiental que se genera. Por lo que se debe orientar los esfuerzos a un control riguroso para de esa manera detectar falencias y solucionarlas eficientemente.

En esta sección, se detalla los beneficios a obtener con la propuesta y el diseño de medidas de control, registro y seguimiento para garantizar la implementación del plan de mitigación de impactos, plan de prevención de riesgos, plan de contingencias y plan de medidas compensatorias y restauradoras en la Bodega Cañón Escondido.

6.2. Presupuesto de la propuesta

Tal como se describe anteriormente, se tiene planificado una serie de planes orientados a prevenir, minimizar y mitigar los impactos que genera la Bodega en el medio ambiente, por lo que se debe adquirir ciertos elementos para cada plan.

- **Plan de mitigación de impactos:** Se requiere de herramientas como palas, rastrillos, carretillas, bolsas para almacenar compost y se considera la compra del estiércol para realizar el compost.
- **Plan de prevención de riesgos:** Se debe adquirir postes de madera, alambre de púas y grampas para el cerramiento perimetral, además de las carpas y estacas para las composteras. Se debe incluir el costo de mano de obra.
- **Plan de contingencias:** Se considera la adquisición de contenedores para estabilizar los residuos y el costo de la capacitación.
- **Plan de medidas compensatorias:** Está directamente relacionado a la compra de los plantines para las composteras y la mano de obra que se requiere.

A continuación, detalla un presupuesto para la implementación de los diferentes planes en la Bodega, considerando precios establecidos en tiendas online y algunas ferreterías de la ciudad de Tarija.

Tabla VI-1. Presupuesto estimado para implementar la propuesta.

N°	Detalle	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Monto Total (Bs)
PLAN DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS					3.690,00
1	Carretilla	unidad	1	450	450
2	Pala	unidad	2	85	170
3	Rastrillo	unidad	2	85	170
4	Bolsas	unidad	200	1	200
5	Estiércol	kg	2700	1	2700
PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS					3.635,00
6	Mano de obra	jornal	6	120	600
7	Postes	unidad	12	25	300
8	Alambre	rollos	1	700	700
9	Grampas	kg	1	35	35
10	Estacas	unidad	20	10	200
11	Carpas	metros	15	120	1.800
PLAN DE CONTINGENCIAS					480,00
12	Contenedores	unidad	3	110,00	330,00
13	Capacitación	glb	1	150,00	150,00
PLAN DE MEDIDAS COMPENSATORIAS					660,00
14	Plantines	unidad	10	30,00	300,00
15	Mano de obra	jornal	3	120,00	360,00
TOTAL					8.465,00

Fuente: Elaboración propia en base a cotizaciones realizadas.

Se estima un total de **Bs 8.465,00** para implementar el plan de mitigación de impactos, plan de prevención de riesgos, plan de contingencias y plan de medidas compensatorias y restauradoras en la Bodega, con una duración aproximada de 7 meses, iniciando en el mes de abril, fechas en las que se obtienen los primeros orujos y finalizando en octubre, antes de que se inicie con las nuevas actividades productivas.

Es importante mencionar, que el personal de la Bodega realizará el compost y otras actividades, como el volteo, control de pH, humedad y temperatura, hidratación, almacenaje y aplicación del compost, por lo que no representa un costo adicional.

6.3. Relación beneficio costo

La relación beneficio costo, es un indicador que permite analizar si se tiene beneficios, considerando los costos e ingresos que se pueden percibir por diferentes alternativas de propuestas a implementar. Para lo cual se debe configurar un flujo de caja para analizar este indicador a detalle.

Para facilitar el análisis de la relación beneficio costo, se toma como referencia que el compost vendría a ser un ahorro para la Bodega, esto por la compra de fertilizantes para los viñedos, esto solo para fines prácticos que permitan analizar la factibilidad de la propuesta, ya que este compost se puede emplear directamente para abonar los cultivos de vid de la misma Bodega, para que de esta manera ya no comprar los fertilizantes que se utilizan cada año en la empresa.

En base a estas consideraciones para facilitar el análisis de los indicadores financieros, se definen los ingresos como el ahorro de la Bodega en la compra de fertilizantes, ya que este compost cumplirá las mismas funciones de los mismos, ya que se destinará para el uso interno en los cultivos de vid, así también los costos fijos, variables y demás elementos integrantes para analizar el flujo de caja.

Con la propuesta de tratamiento de residuos, se obtiene un aproximado total de 9.000 kg de compost a base de orujo y residuos orgánicos, la Bodega actualmente compra 22 bolsas de fertilizantes (abonos) a un precio aproximado de 420 Bs por bolsa, mismos que se emplean para abonar las 10 hectáreas de cultivo de vid, mezclándolos con el estiércol de chivo para lograr mejores resultados, la combinación de ambos logra un mayor rendimiento productivo. Por lo que, en ingresos, se considera el monto de 9.240 Bs que se ahorra la empresa en la compra de dichos fertilizantes.

Los costos fijos están relacionados con el consumo de agua para la hidratación, traslado de estiércol y la mano de obra adicional que puede requerirse para la aplicación del compost. Los costos variables básicamente consideran el estiércol y las bolsas para almacenar el mismo, todos estos costos están considerados en el presupuesto descrito anteriormente, la inversión es el valor restante de la diferencia de los costos detallados.

A continuación, se detalla los componentes integrantes del flujo de caja en base a la inversión, costos, depreciación y demás, los mismos son:

Tabla VI-2. Configuración del flujo de caja de la propuesta.

Detalle	Monto	Descripción
Ingresos	9.240 Bs	Ahorro en compra de fertilizantes.
Costos Fijos	350 Bs	Pago de agua para la hidratación.
	1.500 Bs	Mano de obra adicional
	500 Bs	Transporte
Costos Variables	2.700 Bs	Compra de estiércol
	200 Bs	Compra de bolsas para almacenar compost
Inversión	5.565 Bs	Presupuesto menos costos variables
Activos Fijos	4.260 Bs	Se toma en cuenta la inversión fija del presupuesto
Vida Útil	5 años	Estimado para proyectos de este tipo.
Depreciación Anual	852 Bs	Monto definido por la depreciación de activos fijos.
Valor de Salvamento	500 Bs	Valor estimado.

Fuente: Elaboración propia.

Estos son los valores que se toman en cuenta para la realización del flujo de caja, mismo que será empleado para calcular de manera directa el valor de la relación beneficio costo y otros indicadores de rentabilidad. No se toma en cuenta el personal que se, ya que los operadores de la Bodega se encargarán del compost, de igual manera no se considera ciertos equipos, como el pHímetro y termómetro, ya que la empresa cuenta con los mismos para realizar los controles y monitoreos.

Es importante mencionar, que se considera la generación potencial de ingresos mediante la comercialización del compost, solo para fines de análisis, cuando en realidad la propuesta contempla el uso del mismo en los cultivos propios.

Para la aplicación de la propuesta, se considera una vida útil de 5 años, ya que es el tiempo que este tipo de proyectos puede durar, considerando las herramientas que se adquieren y el tipo de actividades a realizar, además, se toma en cuenta una tasa de descuento o interés del 14,61%, valor referencial de microcréditos.

Tabla VI-3. Configuración del flujo de caja de la propuesta.

DETALLE	0	1	2	3	4	5
Ingresos por Ventas		9.240	9.240	9.240	9.240	9.240
Costo fijo		2.350	2.350	2.350	2.350	2.350
Costo Variable		2.900	2.900	2.900	2.900	2.900
Depreciación AF		951	951	951	951	951
Utilidad a/ Impuestos	0	3.039	3.039	3.039	3.039	3.039
Impuesto a Utilidad (25%)	0	760	760	760	760	760
Utilidad d/Impuestos	0	2.279	2.279	2.279	2.279	2.279
Depreciación AF		951	951	951	951	951
Inversión	5.565					
Valor de Salvamento						500
FLUJO NETO	-5.565	3.230	3.230	3.230	3.230	3.730
FLUJO ACTUALIZADO	-5.565	2.818	2.459	2.146	1.872	1.886
FLUJO ACUMULADO	-5.565	-2.747	-287	1.858	3.731	5.617

TASA DE DESCUENTO	14,61%
VAN	5.617
TIR	47,60%
RBC	2,01
PRK	2,14

Fuente: Elaboración propia.

La relación beneficio costo (RBC) muestra un escenario favorable para implementar la propuesta, ya que se genera 2,01 Bs como utilidad, considerado como beneficio o ganancia, representado un valor de casi el doble a lo largo de los 5 años de vida útil del proyecto. En base a esto resultado, se concluye que la propuesta cumple con la viabilidad económica para ser implementada, ya que el margen de utilidad es considerable, además se nota un incremento para las gestiones siguientes, ya que se reduce los costos, porque las herramientas que no se vuelven a comprar.

Es importante mencionar que se obtiene este valor, debido a que no se tienen gastos considerables en este proceso, ya que no se paga por la materia prima, en este caso los residuos, tampoco se adquieren herramientas y equipos nuevos, ni se contrata nuevo personal, debido a estos factores es que se tienen indicadores o resultados muy favorables, ya que se da utilidad a algo que actualmente se desecha.

Analizando los otros indicadores financieros que arroja el flujo de caja, se puede considerar lo siguiente:

- ✓ El Valor Actual Neto (VAN) supera los 5.000 Bs, situación que hace factible el optar por la propuesta, ya que el valor supera la unidad.
- ✓ La Tasa Interna de Retorno (TIR), asciende al 47%, situación que mejora la rentabilidad de la propuesta, ya que permite una mayor cobertura con la tasa de descuento del proyecto.
- ✓ El Periodo de Recuperación de Capital (PRK) es de 2,14, en base a esto, se concluye que la inversión se recupera 2 años, 1 mes y 18 días, casi en la mitad del tiempo que dura el proyecto.

Con esto se concluye que la propuesta de tratamiento de residuos sólidos es viable y se sugiere su implementación por los indicadores financieros obtenidos del flujo de caja realizado, por lo que es rentable para la Bodega implementar esta propuesta.

6.4. Beneficios sociales y ambientales

Además de los beneficios económicos que conlleva la propuesta para la empresa, se debe considerar los beneficios que se genera para la sociedad y el medio ambiente, ya que con esto se logra la sostenibilidad. Los beneficios socioambientales son:

- ✓ Reduce la huella ecológica de la Bodega.
- ✓ Se disminuye los residuos sólidos que se envían al relleno sanitario.
- ✓ Se reduce la contaminación por los residuos orgánicos.
- ✓ Se fertiliza el suelo de manera natural.
- ✓ Reduce malos olores para los vecinos.
- ✓ Menor uso de fertilizantes y agroquímicos en los cultivos de vid.
- ✓ Se promueve el desarrollo sostenible y cuidado del medio ambiente.
- ✓ Uso eficiente de los recursos naturales en la Bodega.
- ✓ Contención y tratamiento de residuos sólidos con riesgo potencial.
- ✓ Mejora la calidad del aire en la Bodega por la menor emisión de gases.
- ✓ Evita futuras sanciones por costos ambientales y multas.

Estos son algunos de los beneficios que se genera en la Bodega Cañón Escondido con esta propuesta, además de los beneficios que representa para la sociedad y el medio ambiente en su conjunto. Así también, el tratamiento de residuos en bodegas o industrias vitivinícolas, promueve que otras industrias o empresas opten por realizar el mismo y obtener los beneficios que conlleva esta actividad.

6.5. Mecanismos de control de la gestión ambiental

Los sistemas de gestión ambiental, al igual que los demás sistemas de gestión, se basan en la mejora continua, que consiste en planificar, hacer, verificar y actuar, contempla un ciclo que nunca termina, ya que está orientado a identificar fallencias y nuevamente iniciar con la etapa de planeación.

El control y monitoreo, establece medidas para corregir las actividades, de tal forma que se alcancen los planes exitosamente, permite determinar y analiza rápidamente las causas que pueden originar desviaciones para que no vuelvan a presentarse en el futuro. Además de que proporciona información acerca de la situación de la ejecución de los planes y reduce los costos y ahorra tiempo al evitar errores. Para mantener un control, registro y monitoreo adecuado, se considera lo siguiente:

6.5.1. Establecimiento de procedimientos y reasignación de funciones

Para implementar de mejor manera los diferentes planes de la propuesta de tratamiento del orujo y los residuos sólidos orgánicos, se debe plasmar todas las actividades a realizar y a su vez designar a una persona que trabaje dentro de la empresa para que lleve a cabo todo lo establecido en la propuesta.

El Jefe de Producción, es el único encargado del funcionamiento de la Bodega y la producción como tal, debido a esto, se designa a esta persona para que realice todo lo estipulado en la presente propuesta. Para cumplir con los procedimientos, las nuevas funciones y actividades a realizar en la Bodega para el tratamiento de los residuos, se sugiere revisar el *Anexo 4. Manual de procedimientos y funciones propuestos*, donde se detalla un manual de procedimientos y un manual de funciones para la propuesta.

6.5.2. Fichas de control, registro y vigilancia

Las fichas de control y vigilancia, son herramientas que permiten plasmar de manera física, en documentos, todas las actividades realizadas, tomando en cuenta fechas, cantidades, valores, muestreos y demás datos que permitan la correcta ejecución de los planes realizados para mitigar y prevenir los impactos. Es importante contar con:

- ✓ **Registro de cantidad de residuos generados:** Con esta ficha se tendrá un control sobre las cantidades de residuos que se tienen en Bodega y permitirán una planificación del compost a realizar, tomando en cuenta las cantidades a requerir y sobre todo un mejor control de los impactos que estos pueden causar.
- ✓ **Control de temperatura del compost:** Este es un aspecto fundamental a controlar, ya que la temperatura hace favorable la descomposición en un tratamiento controlado que permita garantizar la estabilización de los residuos.
- ✓ **Control de humedad e hidratación:** De igual manera, la humedad es la que proporciona las condiciones para la acción de los microorganismos durante la descomposición. Para ello se debe contar con un registro de las fechas de hidratación como de la cantidad de agua adicionada.
- ✓ **Control de volteos realizados:** Contar con el registro del volteo realizado, permite verificar la aireación del compost y controla la temperatura de la mezcla, garantizando de esta manera, la correcta elaboración del compost.
- ✓ **Registro de compost elaborado:** Esta ficha permite controlar la cantidad de residuos que se está tratando y permite conocer la cantidad de compost final que se está obteniendo, lo que permite conocer de manera exacta la efectividad del uso de los residuos en la realización del compost.
- ✓ **Registro de compost aplicado a cultivos:** Una última ficha que es importante tomar en cuenta, es sobre la aplicación del compost en los cultivos de vid, ya que con esto se garantiza la gestión ambiental orientada a minimizar los impactos producidos y orientando los proceso a una producción sostenible.

En base a los descrito anteriormente, a continuación, se detallan fichas de registro, control, seguimiento y vigilancia propuestos para implementar los planes en la Bodega.

CAPÍTULO VII
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

Una vez finalizado el presente trabajo de investigación realizado en la Bodega Cañón Escondido, se concluye lo siguiente:

- ✓ El orujo es un residuo generado en la producción de vino, durante el prensado artesanal que se realiza, consiste en una mezcla formada por restos de racimos, hollejos y pulpa de la uva, de fácil descomposición, con una cantidad considerable de materia orgánica, agua, y residuos fermentados.
- ✓ Bodega Cañón Escondido, cuenta con una capacidad de embotellar hasta 50.000 botellas al año, en la pasada gestión, produjo 30.000 litros de vino, lo que generó una cantidad aproximada de 9.000 kg de orujo y más de 800 kg de escobajo y demás residuos orgánicos. Al producir a máxima capacidad, se generaría casi 10.000 kg de orujo.
- ✓ De acuerdo a pruebas y análisis realizados, empleando la totalidad de residuos orgánicos producidos en la Bodega, se puede obtener un aproximado de 9.000 kg de compost, lo que representaría un total de 200 bolsas de 45 kg cada una.
- ✓ Para el tratamiento del orujo, se emplea el procedimiento de descomposición y oxidación mediante el compostaje, además se incluyen todos los residuos orgánicos que se producen en la Bodega, básicamente consta de dos etapas, una anaerobia, que se realiza tapando las composteras y la otra aerobia que consiste en pilas al aire libre, tiene un tiempo estimado de 100 días.
- ✓ El compostaje es un método de tratamiento que permite estabilizar todos los residuos orgánicos que genera la Bodega y hace posible que se pueda emplear en los cultivos de vid, mejorando el rendimiento productivo, promoviendo la sostenibilidad y cuidado del medio ambiente.
- ✓ El control de la temperatura, humedad y pH, son esenciales para garantizar un óptimo tratamiento de los residuos en Bodega, ya que estos factores permiten el desarrollo de microorganismos descomponedores. Por lo cual se

debe realizar periódicamente, por lo menos una vez por semana, ya que el monitoreo es la clave para el tratamiento de residuos mediante el compostaje.

- ✓ Los volteos se realizan una vez por semana, de acuerdo a los resultados que se obtengan de los controles de pH, temperatura y humedad, ya que los factores externos como el clima, humedad, entre otros, alteran el proceso de tratamiento y descomposición, situación que debe ser controlada con los volteos.
- ✓ Se define un monto de Bs 7.970,00 como presupuesto para tratar el orujo y demás residuos generados, mismo que incluye la adquisición de contenedores, herramientas y la implementación de composteras.
- ✓ El compost elaborado será destinado para aplicarlos en los cultivos propios de vid de la Bodega, los excedentes pueden ser destinados a la comercialización del mismo en Bodegas o productores cercanos.
- ✓ Para facilitar la implementación de esta propuesta en la Bodega Cañón Escondido, se plasma todos los procesos y actividades en un manual de procedimientos para que se facilite su ejecución.

7.2. Recomendaciones

Para obtener los resultados esperados con el presente trabajo de investigación, se recomienda lo siguiente:

- ✓ Se sugiere que la empresa Cañón Escondido S.R.L. opte por implementar esta propuesta, ya que genera beneficios económicos, sociales y ambientales, además de que permite obtener mejores rendimientos productivos en la Bodega.
- ✓ Es importante que el orujo reciba un tratamiento de secado previo para que se pueda estabilizar, esto facilita su descomposición en el proceso de compostaje y favorece a obtener un producto homogéneo.
- ✓ Se debe considerar el cronograma de actividades propuesto para cumplir a cabalidad con todo lo especificado en el proceso de compostaje.

- ✓ Se debe designar al Técnico Encargado de Producción, como el supervisor y encargado de controlar el proceso de elaboración del compost, además de que debe contar con el apoyo de los operadores para realizar el volteo, hidratación y demás actividades.
- ✓ Se sugiere revisar los manuales de procedimientos y funciones propuestos en los anexos, para llevar a cabo de mejor manera la implementación de esta propuesta en Bodega Cañón Escondido.
- ✓ En días de calor prolongado, se recomienda realizar controles periódicos de la humedad y temperatura, ya que estos pueden variar por las condiciones climáticas extremas que se pueden presentar.
- ✓ Se recomienda que el proceso de compostaje, la etapa aerobia, inicie una vez finalice las temporadas de frío intenso prologadas, ya que esto puede ralentizar el proceso de descomposición de los residuos. En el caso de la etapa anaerobia (tapado) no es necesario tomar estas medidas.
- ✓ Se debe usar todas las herramientas y equipos que actualmente se tienen en Bodega, como el pHímetro, termómetro, medidor de humedad, papel tornasol y demás elementos que actualmente tiene la Bodega y usan para el control de los cultivos de vid, ya que esto permitirá un ahorro en los costos.
- ✓ Se sugiere realizar un análisis de mercado para ver las mejores alternativas que permitan ingresar el compost en los diferentes mercados de abonos orgánicos en la ciudad de Tarija.
- ✓ Se puede mejorar el grado tecnológico del proceso de compost empleando algún sistema de hidratación semiautomático, equipos o herramientas para facilitar el volteo, entre otros, para no tener mano de obra encargándose de estas actividades.