

CAPITULO I
REVISION BIBLIOGRAFICA

1.1 MARCO TEÓRICO.

La incineración puede destruir algunos tipos de contaminantes que otros métodos no pueden. Por otra parte, toma menos tiempo que muchos otros métodos, lo cual es importante cuando se necesita limpiar un sitio en forma rápida a fin de evitar daños a personas o al medio ambiente, la incineración in situ puede reducir la cantidad de material que deba trasladarse a un vertedero. Los incineradores se han usado para limpiar más de 136 sitios del superhondo (terrenos con suelos contaminados) en todo el país. (HERNANDEZ, 2010)

La gestión de residuos mezclados que se tiene en la mayor parte del Ecuador conlleva a una disposición final de los mismos en rellenos sanitarios, y al no utilizarlos adecuadamente se generan lixiviados que contienen metales pesados, patógenos y altas cantidades de materia orgánica, lo que provoca problemas de proliferación de vectores y contaminación del suelo y del agua tanto superficial como subterránea. Además, estos residuos en los rellenos sanitarios emiten gases de efecto invernadero. Uno de los procesos térmicos de tratamiento de residuos sólidos urbanos es la incineración, contribuyendo a la reducción del volumen y aprovechando el poder calorífico de los mismos para la generación de energía. Además, se reduce la DQO de los lixiviados minimizando la contaminación del agua y reduciendo los problemas que afectan a la salud humana y al ambiente al no obtener ni dioxinas ni furanos en los gases de emisión en la incineración de residuos orgánicos, ya que las dioxinas y furanos se producen cuando en la incineración existen plásticos o materiales similares. Se tomaron datos de peso, volumen antes y después de la incineración de los residuos sólidos orgánicos, con los que se obtuvo el porcentaje de reducción de los mismos que ayuda a reducir el espacio demandado por estos residuos en los rellenos sanitarios. Esta investigación propone un nuevo modelo de gestión de residuos sólidos urbanos y también contribuye a buscar una nueva forma de generación de energía, cambiando el concepto de basura a materia prima. (CALVACHI, V & NAVARRO, N, 2013)

Para la elaboración de estrategias de manejo y gestión de residuos, no existe un modelo único o perfecto para cualquier lugar y época, sino más bien combinaciones de las cuales deben elegirse aquellas que mejor se adapten a cada zona en particular. El

objetivo de esta investigación fue realizar un estudio de diagnóstico integral de la situación actual en torno al manejo de los residuos sólidos urbanos (MRSU) en la Ciudad de La Paz y con base a los resultados obtenidos hacer el planteamiento de una estrategia de manejo integral y gestión además de establecer las recomendaciones que de aplicarse contribuirán significativamente al desarrollo sustentable tanto en la ciudad como en el entorno ambiental circundante. Para ello, se analizaron a detalle las seis etapas de (MRSU) que incluyen la generación, pre-recolección, recolección y transporte, tratamiento y disposición final. La obtención de los datos incluyó entre otras herramientas metodológicas, una profunda revisión bibliográfica, entrevistas estructuradas, consultas a expertos y autoridades municipales, así como estancias de trabajo de campo. La generación total de residuos sólidos urbanos hasta 2011 se estimó en 312.89 ton/día y se estima se incrementará hasta 430 y 530 toneladas en 2015 y 2020, respectivamente; la generación per cápita de residuos sólidos urbanos y domésticos se estimó en un promedio de 1.394 y 0.84 kg/Hab/día en 2011 y 2012, respectivamente; a partir de la caracterización de RSD en tres estratos socioeconómicos se obtuvo la composición porcentual en peso de 32 fracciones, los cuales se pueden agrupar en tres grandes categorías, los residuos orgánicos constituyen un promedio del 56.86 %, los residuos no reciclables el 19.14 % y los residuos reciclables el 22.35 %. También se determinó la densidad de diferentes fracciones sin compactación, resultando los residuos orgánicos los más densos con 263.91 kg/m³. A través de entrevistas realizadas a los participantes en la caracterización de RSD se contemplaron aspectos de importancia para las etapas de pre-recolección, recolección y transporte como son los hábitos de consumo, separación e identificación de residuos, disponibilidad a pagar por el servicio así como para participar en nuevas estrategias de manejo, satisfacción con el servicio público, entre otras. Se identificaron un total de 17 centros de acopio de residuos reciclables en la ciudad los cuales únicamente recuperan aproximadamente el 32.07 % del total de los residuos sólidos domésticos generados en la Ciudad. Se identificaron también serias deficiencias en la operación del tiradero controlado oficial esto es de acuerdo con lo estipulado por la normatividad ambiental aplicable; también se evaluaron las condiciones de trabajo de los pepenadores en el

mismo sitio; se identificaron un total de 95 tiraderos irregulares distribuidos en amplias zonas de la ciudad los cuales ocupan aproximadamente un área de 425,190 m². Este trabajo es una exhortación, un llamado urgente a las autoridades, a la sociedad en general, a la acción en torno al emprendimiento de acciones que promuevan el manejo integral de los residuos, ya que actualmente la forma de manejo de los mismos es susceptible a profundas mejoras. (TEJADA, 2013)

Padilla Camacho Miriam (entre ríos, 2014). Proponer una disposición final de los residuos sólidos hospitalarios que eviten daños al medio ambiente: El presente trabajo hace conocer como es el manejo y clasificación de los Residuos Sólidos Hospitalarios en el Hospital San Juan de Dios de la localidad de Entre Ríos, y propone dos tipos de disposición final para los residuos: Celdas de Seguridad y Horno Incinerador. (PADILLA, 2014)

1.2. MARCO CONCEPTUAL

1.2.1. Almacenamiento

Acción de retener temporalmente residuos, mientras no sean entregados al servicio de recolección para su posterior procesamiento, reutilización o disposición.

1.2.2. Aprovechamiento

Todo proceso industrial y/o manual cuyo objeto sea la recuperación o transformación de los recursos contenidos en los residuos.

1.2.3. Áreas Públicas

Los espacios de convivencia y uso general de la población.

1.2.4. Aseo Urbano

Es el servicio de limpieza consistente en almacenamiento, barrido, recolección, transporte, transferencia, tratamiento y disposición final de los residuos bajo normas técnicas, en los asentamientos humanos.

1.2.5. Contaminación por residuos sólidos

La degradación de la calidad natural del medio ambiente, como resultado directo o indirecto de la presencia o el manejo y disposición final inadecuados de los residuos sólidos.

1.2.6. Disposición Final

Acción de depositar permanentemente los residuos sólidos en un lugar.

1.2.7. Estación de transferencia:

Instalación intermedia, donde los residuos son descargados de vehículos recolectores y cargados a vehículos de mayor capacidad para su transporte.

1.2.8. Fauna Nociva

Especies animales que por condiciones ambientales incrementan su población llegando a convertirse en plaga, vectores potenciales de enfermedades infectocontagiosas o causantes de daños a las actividades o bienes humanos.

1.2.9. Gestión de residuos sólidos

Es el conjunto de actividades como ser generación, barrido, almacenamiento, recolección, transferencia, transporte y disposición final de los residuos de acuerdo con sus características, para la protección de la salud humana, los recursos naturales y el medio ambiente.

1.2.10. Lixiviado:

Líquido infiltrado y drenado a través de los residuos sólidos, y que contiene materiales en solución o suspensión.

1.2.11. Lodos:

Residuos semisólidos generados en las fosas sépticas de viviendas, centros comerciales, oficinas o industrias y los producidas en las depuradoras comunales, industriales y comerciales de aguas, así como en las unidades de control de emanaciones atmosféricas.

1.2.12. Monitores

Actividad consistente en efectuar observaciones, mediciones y evaluaciones de carácter sistemático en un sitio y período determinados, con el objeto de identificar los impactos y riesgos sobre el ambiente y la salud pública o para evaluar la efectividad de un sistema de control.

1.2.13. Reciclaje

Proceso que sufre un material o producto para ser reincorporado a un ciclo de producción o de consumo, ya sea el mismo en que fue generado u otro diferente.

1.2.14. Recolección

Acción de recoger y trasladar los residuos generados al equipo destinado a transportarlos a las instalaciones de almacenamiento, transferencia, tratamiento, rehusó, o a los sitios de disposición final.

1.2.15. Recolección selectiva

Recolección de residuos clasificados, separados y presentados aisladamente, para su posterior utilización como material reciclable.

1.2.16. Residuos Biodegradables

Son materiales que pueden ser transformados por microorganismos.

1.2.17. Residuos comerciales, de servicios e institucionales

Son los generadas en las distintas actividades de comercio y de prestación de servicios, incluyen los residuos sólidos de instituciones públicas y privadas.

1.2.18. Residuos de limpieza de áreas públicas

Son los residuos sólidos procedentes de la actividad de limpieza de los espacios de convivencia y uso general de la población.

1.2.19. Residuos domiciliarios

Son los residuos sólidos producto de la actividad doméstica, que son adecuados por su tamaño para ser recogidos por los servicios municipales convencionales.

1.2.20. Animales muertos

Cadáveres de animales o partes de ellos.

1.2.21. Residuos Forestales

Son los residuos provenientes de la explotación de especies maderables y de jardineara.

1.2.22. Residuos Ganaderos

Son los residuos sólidos producidos como resultado de la crianza de ganado.

1.2.23. Residuos sólidos o basura

Materiales generados en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control, reparación o tratamiento, cuya calidad no permite usarlos nuevamente en el proceso de los generó, que pueden ser objeto de tratamiento y/o reciclaje.

1.2.24. Restos de mataderos

Son los residuos generados em la faena de animales, particularmente mataderos.

1.2.25. Compactación

La compactación del suelo es el proceso por el cual el aire sale por los poros de entre los granos del suelo, causando una densificación del suelo e impidiendo la penetración de agua y aire.

1.2.26. Saneamiento de botaderos

Conjunto de acciones encaminada a mitigar los efectos sobre el medio ambiente producidos por botaderos. Incluye actividades de cierre, control de lixiviados, biogás y erosión, estabilización de taludes, reforestación y, en general las técnicas de control ambiental utilizadas em el método de relleno sanitario.

1.2.27. Tratamiento

Conjunto de operaciones encaminadas a la transformación de los residuos o al aprovechamiento de los recursos contenidos en ellos.

1.2.28. Relleno sanitario

El relleno sanitario mecanizado es aquel diseñado para las grandes ciudades y poblaciones que generan más de 40 toneladas diarias. Por sus exigencias es un proyecto de ingeniería bastante complejo, que va más allá de operar con equipo pesado. Esto último está relacionado con la cantidad y el tipo de residuos, la planificación, la selección del sitio, la extensión del terreno, el diseño y la ejecución del relleno, y la infraestructura requerida, tanto para recibir los residuos como para el control de las operaciones, el monto y manejo de las inversiones y los gastos de operación y mantenimiento. Para operar este tipo de relleno sanitario se requiere del uso de un compactador de residuos sólidos, así como equipo especializado para el movimiento de tierra: tractor de oruga, retroexcavadora, cargador, volquete, etc. (Ver anexo N°1)

1.2.29. Residuos Sólidos Urbanos

Son objetos o sustancias de origen doméstico, provenientes de procesos de consumo y desarrollo, los cuales son abandonados debido a que han perdido su valor útil convirtiéndose en residuos. También se consideran residuos sólidos urbanos a los que se generan en industrias y establecimientos mientras no sean peligrosos para la salud.

1.2.30. Composición

Los residuos sólidos urbanos comprenden una gran cantidad y diversidad de materiales, por lo que es importante conocer sus características para tratarlos adecuadamente. Los residuos orgánicos corresponden al mayor porcentaje de los residuos.

Los residuos sólidos urbanos están compuestos por:

- Materia orgánica de fácil biodegradación: son restos procedentes de alimentos y residuos de jardinería.
- Papel y cartón: cuadernos, revistas, cajas, etc.
- Plástico: fundas, botellas, vasos, materiales desechables, etc.
- Vidrio: envases, botellas, etc.
- Metales: latas, alcancías, varillas, etc.

1.2.31. Propiedades

Conocer las propiedades de los residuos sólidos urbanos es muy importante para realizar una gestión apropiada de dichos residuos.

1.2.31.1. Propiedades Químicas

1.2.31.1.1. Composición química

Se refiere a identificar los elementos químicos que forman parte de los residuos, esta propiedad es importante para determinar la cantidad de energía que se puede recuperar. Los residuos sólidos urbanos tienen un gran contenido de carbono, lo que facilita la combustión y a su vez la recuperación de energía.

1.2.31.1.2. Poder Calorífico

Es la cantidad de calor que entrega un kilogramo, o un metro cúbico, de combustible al oxidarse en forma completa. Esta expresado en kcal/kg o kcal/m³.

- El poder calorífico de un combustible puede ser superior e inferior o el poder calorífico superior: es la cantidad total de calor desprendido en la combustión completa del combustible cuando el vapor de agua originado en la combustión está condensado, entonces, se contabiliza el calor desprendido en este cambio de fase.
- El poder calorífico inferior: es la cantidad total de calor desprendido en la combustión completa del combustible sin contar la parte correspondiente al calor latente del vapor de agua de la combustión, ya que no se produce cambio de fase, sino que se expulsa en forma de vapor.

En general el poder calorífico de los residuos urbanos se encuentra entre 1500 y 2200 Kcal/Kg.

1.2.31.2. Propiedades Físicas

1.2.31.2.1. Peso

Los residuos urbanos utilizan unidades de peso como gramos, kilogramos, toneladas, etc. El peso de los residuos puede ser seco o húmedo, cuando el peso es húmedo se refiere al peso de los residuos tal y como se los genera.

1.2.31.2.2. Humedad

Es la cantidad de agua que contienen los residuos, la humedad se determina a partir de la diferencia entre el peso húmedo y el peso seco de los residuos.

1.2.31.2.3. Peso específico

El peso específico o la densidad de los residuos sólidos sirve para determinar el volumen ocupado por una masa de residuos, sus unidades son: kg/m³, g/cm³, kg/L.

1.2.31.3. Propiedades Biológicas

1.2.31.3.1. Biodegradabilidad

Se entiende como la capacidad que tienen los residuos sólidos urbanos para degradarse mediante la acción de agentes biológicos. En el proceso se producen gases como metano, dióxido de carbono y otros compuestos que dan lugar a malos olores, característicos de la fermentación de los residuos sólidos urbanos.

1.2.32. Clasificación De Los Residuos Sólidos Urbanos

Los residuos sólidos urbanos o municipales comprenden una mezcla heterogénea de materiales, pero por su composición se clasifican en dos grupos orgánicos e inorgánicos:

- **Residuos Sólidos Inorgánicos:** Los residuos sólidos inorgánicos son materiales provenientes del proceso de la industrialización de recursos naturales como: vidrio, latas, aluminio, otros metales, tierra, cenizas, etc. La mayoría de estos materiales son reciclados para convertirse en nuevos productos.
- **Residuos Sólidos Orgánicos:** Los residuos sólidos orgánicos se dividen en residuos de fácil biodegradación y de difícil biodegradación. La degradación de los residuos orgánicos puede ser desde 1000 años como los plásticos o 5 días como la cáscara de frutas.
- **Residuos de fácil biodegradación:** Los residuos sólidos orgánicos de fácil biodegradación representan alrededor del 60% de los residuos sólidos urbanos. Los residuos orgánicos de fácil biodegradación se descomponen en un tiempo relativamente corto, en su mayor parte son materiales resultantes de elaboración de

- comida y de restos vegetales, por ejemplo: frutas, restos de alimentos, vegetales, cáscaras, entre otros.
- **Residuos de difícil biodegradación:** Son residuos orgánicos que tienen ciclos de descomposición muy largos debido a sus características químicas, estos residuos al igual que los residuos inorgánicos se pueden reciclar para generar otros productos. Los residuos orgánicos de difícil degradación son: papel, cartón, madera, plásticos, cuero, textiles, etc.

1.2.33. Generalidades De La Incineración

La incineración es una de las técnicas de tratamiento de residuos sólidos que permite la reducción de los mismos tanto en peso como en volumen, convirtiéndolos en un material no peligroso, proporcionando estabilidad química y microbiológica, además permite la posibilidad de obtener energía (Muñoz, 2008; Trejo, 1999).

Al ser la incineración un proceso térmico de oxidación química sus productos son gases calientes de combustión, compuestos principalmente de nitrógeno, monóxido de carbono y vapor de agua (gas de chimenea) y residuos no combustibles (ceniza). Debido a que es un sistema extremadamente exotérmico, se puede recuperar energía mediante el intercambio del calor procedente de los gases calientes de combustión (Barradas, 2009).

➤ **Ventajas de la Incineración**

1. Es un método casi completamente higiénico.
2. Produce una reducción inmediata de volumen de 10 a 1, o aún mayor.
3. El peso de las cenizas es un 30% del peso original.
4. El área requerida para la disposición de la ceniza es mucho menor que el que se requiere para los residuos sin incineración en un relleno sanitario.
5. Se reducen problemas de salud, originados por la contaminación y los vectores producidos por la acumulación de residuos orgánicos.
6. Los residuos son inertes y de fácil manejo.
7. Se puede recuperar energía.

➤ **Desventajas de la Incineración**

1. Requiere de una inversión alta de capital.
2. Presenta costos de mantenimiento y funcionamiento continuos.
3. No es un método completo puesto que es necesario disponer las cenizas producidas.
4. Requiere combustible adicional si el poder calorífico de los residuos no es suficiente para la combustión

1.3. Tipos De Incineradores

Para la incineración de residuos sólidos urbanos existen diversos tipos de hornos, entre ellos están los hornos de parrillas fijas, los de parrillas móviles, con diferentes tipos de parrillas y movimientos, los hornos rotatorios, los lechos fluidizados burbujeantes o los lechos fluidizados recirculantes.

2. **Incineración con horno de cámara fija:** Se utiliza únicamente con residuos líquidos o gaseosos con un bajo contenido de inertes, en instalaciones pequeñas y con operación discontinua para la limpieza de inertes. Alimentando los residuos líquidos mediante bombas y con la ayuda de boquillas atomizadoras para mejorar la reacción con el oxígeno.
3. **Incineración con horno de parrilla móvil:** Existe una tolva que es alimentada por los residuos mediante una grúa, pasando posteriormente a un dosificador que los distribuye sobre la parrilla que se mueve en el horno con una velocidad regulable según la entrada de residuos.
4. **Incineración en horno rotatorio:** En la incineración de residuos sólidos urbanos mediante incineradores con horno rotatorio, los residuos son transportados a lo largo del horno por la rotación de un cilindro inclinado con paredes refractarias o paredes de agua. El cilindro puede tener de 1 a 5 metros de diámetro y de 8 a 20 metros de longitud. La capacidad puede ser tan baja como de 2.4 toneladas/día (0.1 toneladas/hora) y hasta aproximadamente 480 toneladas/día (20 toneladas/hora).

- 5. Incineración en lecho fluidizado:** En la incineración de residuos sólidos urbanos en lecho fluidizado, las partículas sólidas mezcladas con el combustible, se fluidizan con el aire. El reactor suele ser un recipiente de acero vertical con material refractario, que contiene un lecho de material granular como arena sílica, cal o un material cerámico. (PASCUAL, MAYO 2016)

1.3 MARCO LEGAL

1.3.1. Constitución Política Del Estado

Art 33° las personas tienen derecho a un medio ambiente saludable, protegido y equilibrado, el ejercicio de este derecho debe permitir a los individuos y colectividades de las presentes y futuras generaciones, además de otros seres vivos desarrollarse de manera normal y permanente.

1.3.2. Ley de Medio Ambiente N.º 1333 Del 27 De abril De 1992

Artículo 33° La presente ley tiene por objeto la protección y conservación del medio ambiente y los recursos naturales, regulando las acciones de hombre con relación a la naturaleza y promoviendo el desarrollo sostenible con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población.

1.3.3. Ley 755 Gestión Integral de los Residuos Sólidos (28 de octubre 2015)

Artículo 30. (TRATAMIENTO).

I. Los residuos según sus características, deben ser sometidos a procesos de tratamiento para su aprovechamiento, reducción de su peligrosidad o disposición final segura. Forman parte también del tratamiento, las operaciones realizadas en los sitios de disposición final en rellenos sanitarios.

II. Las instalaciones destinadas al tratamiento de residuos, deben contar con la infraestructura y equipamiento adecuados, cumpliendo todas las condiciones técnicas, ambientales y de seguridad, durante la construcción, operación, cierre y rehabilitación cuando corresponda.

III. Las plantas para el tratamiento de residuos, deben diseñarse e implementarse en función a las características de los residuos a tratar.

IV. El tratamiento de los residuos podrá incluir procesos biológicos, mecánicos, físico-químicos o térmicos, orientados a maximizar su aprovechamiento para fines de su valorización.

Las plantas para el tratamiento térmico, se implementarán sólo cuando se garantice el aprovechamiento energético con eficiencia o en el caso de residuos peligrosos se reduzca sus características de peligrosidad.

VI. La comercialización de energía generada en plantas de tratamiento, debe ser regulada por las instancias sectoriales competentes.

Artículo 31. (DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS).

I. La disposición final de los residuos, debe realizarse en rellenos sanitarios u otras instalaciones de confinamiento, las mismas que deben contar con la infraestructura y equipamiento acorde al tipo de residuo, cantidad y volumen, cumpliendo todas las condiciones técnicas, ambientales y de seguridad durante su construcción, operación y cierre. Estas instalaciones deberán funcionar prioritariamente para residuos no aprovechables.

II. Los rellenos sanitarios deben estar ubicados en lugares que cumplan la normativa técnica y ambiental vigente.

III. El funcionamiento de los rellenos sanitarios, debe realizarse de acuerdo a normas técnicas y ambientales, una vez agotada la vida útil de los rellenos, éstos deben ingresar a procesos de clausura, post clausura y rehabilitación cuando corresponda, con los controles técnicos y ambientales correspondientes realizados por la autoridad competente.

IV. Se prohíbe la quema de residuos en sitios de disposición final, así como en aquellos en que la norma técnica lo establezca expresamente.

V. Los gases y lixiviados, producto de la descomposición de los residuos en las instalaciones de tratamiento o disposición final, deben contar con los adecuados procesos de manejo y tratamiento, conforme a normativa vigente.

La disposición de residuos peligrosos, previo tratamiento, deberá ser expresamente autorizada por la autoridad competente, en rellenos o celdas de seguridad que reúnan las características definidas en normas técnicas ambientales.

Artículo 61.- (PLANTAS DE TRATAMIENTO TÉRMICO DE RESIDUOS).

I. Las plantas de tratamiento térmico se implementarán para los siguientes casos:

- a) En residuos peligrosos, cuando reduzca las características de peligrosidad de los residuos;
- b) En residuos no peligrosos, cuando estos no puedan ser reutilizados o reciclados, no exista otra opción económica para su tratamiento y se garantice el aprovechamiento energético con eficiencia.

II. Para el cumplimiento del Parágrafo I del presente Artículo, las instalaciones de tratamiento térmico deberán cumplir al menos los siguientes criterios:

- a) Disponer de mecanismos tecnológicos y operativos que aseguren la protección a la salud y el medio ambiente;
 - b) Cumplir con los límites permisibles de descarga de efluentes y emisión de partículas y gases.
- III. El Ministerio de Medio Ambiente y Agua, emitirá la normativa técnica para la ubicación de estas instalaciones y al cumplimiento de lo dispuesto en los Parágrafos precedentes del presente Artículo.

CAPITULO II
MATERIALES Y METODOS

2. MATERIALES Y METODOS.

2.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El presente trabajo de investigación se realizará en el estado Plurinacional de Bolivia, está situada en el corazón de América del Sur, entre los 57° 26' y 69° 38' de longitud occidental del meridiano de Greenwich y los paralelos 9° 38' y 22° 53' de latitud sur, abarcando más de 13 grados geográficos. Limita al norte y noreste con Brasil, al noroeste con Perú, al sudeste con Paraguay, al sur con la Argentina y al oeste y sudoeste con Chile. Tiene una superficie de 1.098.581 m². (Embajada de Bolivia en España).

El punto específico del área de trabajo es la Provincia Cercado, De acuerdo al último Plan Municipal de Ordenamiento Territorial, La Provincia Cercado tiene una superficie total de 2.638 Km², por lo que para el presente estudio se considerará la misma extensión, siendo esta no definitiva, por posibles ajustes; toda vez que se tiene conflictos de sobre posiciones de límites con municipios colindantes.

En la provincia Cercado se encuentra el municipio de: Tarija. Según el censo realizado en el año 2012 la Provincia Cercado tiene 205.346 habitantes.

➤ Latitud y Longitud

Geográficamente La Provincia Cercado, se encuentra situada en el corazón del departamento de Tarija, este se encuentra ubicado en el continente sudamericano, se encuentra ubicado entre los paralelos 21° 00' y 22° 50' de latitud sur y los meridianos 62° 15' y 65° 20' de longitud Oeste de la Línea de Greendwich.

➤ Límites territoriales

La provincia Cercado, limita:

- Al norte con la provincia Eustaquio Méndez y las playas del río pescado.
- Al sur con las provincias José María Avilés y Aniceto Arce.
- Al este con la provincia Burdeth O'Connor.
- Al oeste con la provincia Eustaquio Méndez Y José María Avilés

MAPA N°1. UBICACIÓN GEOGRAFICA DE BOLIVIA



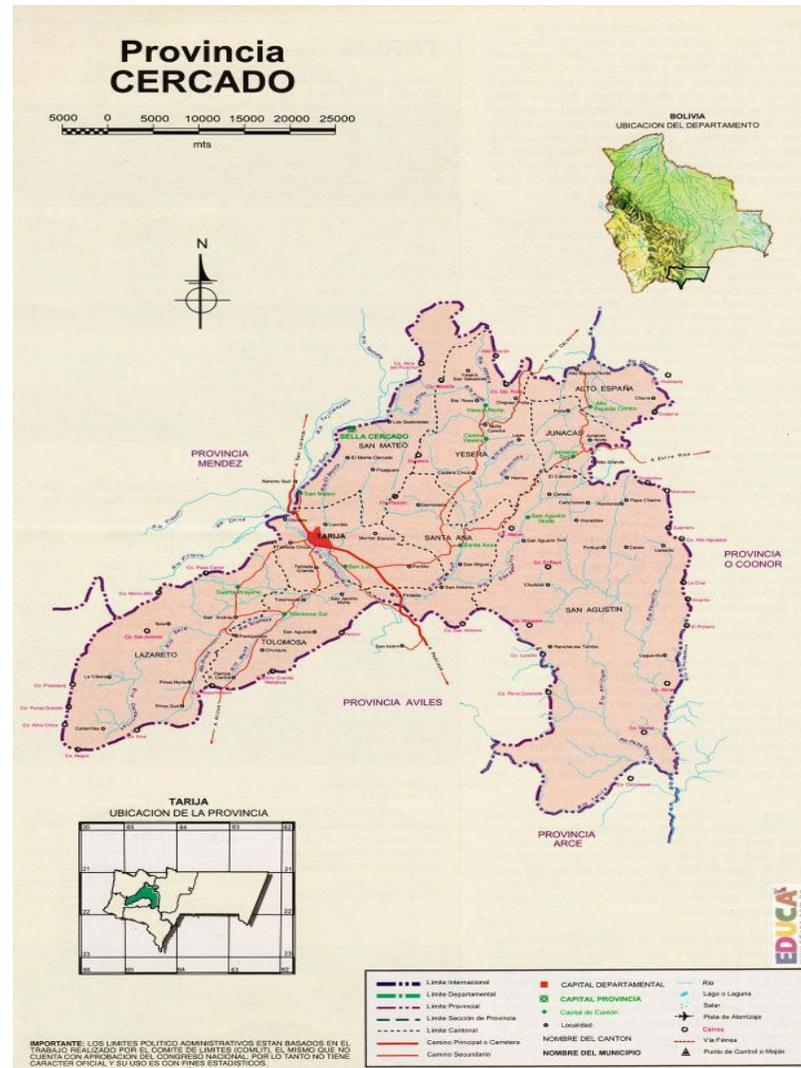
Fuente: Worl Map

MAPA N°2. UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL DEPARTAMENTO DE TARIJA



Fuente: Worl Map

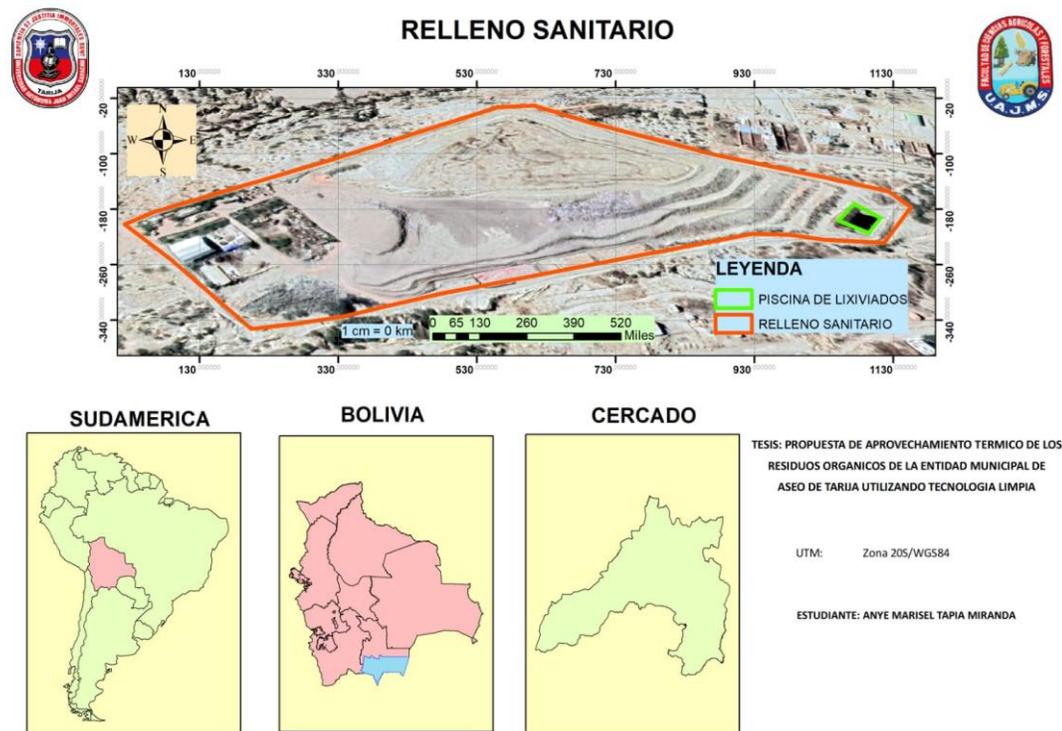
MAPA N°3. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA PROVINCIA CERCADO Y EL RELLENO SANITARIO DE PAMPA GALANA



Fuente: Worl Map

Cada sección municipal es mostrada en un color distinto, lo que permite una rápida identificación dentro de la provincia. En lugar de utilizar el nombre legal del municipio se ha preferido destacar el nombre del Cantón que concentra mayor población y por el que es comúnmente conocido el Municipio. Las localidades, comunidades y haciendas se muestran en forma indistinta y no se encuentran clasificadas.

MAPA N°4. UBICACIÓN DEL RELLENO SANITARIO DE PAMPA GALANA



Se puede observar en el mapa la ubicación del relleno sanitario de Pampa Galana. El subsistema de disposición final que es administrado por la Empresa Municipal de Aseo Tarija (EMAT) está ubicado en la zona de Pampa Galana donde se cuenta con todas las instalaciones, la comunidad circundante respeta la operación del RS, no ingresan y cooperan en el mantenimiento de la limpieza de la comunidad.

El relleno ha comenzado sus operaciones en septiembre de 1995 con 10,8 hectáreas de extensión del terreno y una oferta volumétrica del sitio de 1.145.233 m³, habiendo hasta julio de 2011 utilizado 805.571 m³ de manera natural, lo que representa un 70.34% aproximadamente de su capacidad volumétrica.

Funcionamiento

- El relleno sanitario cuenta con una báscula `pesadora de camiones, los cuales fueron pesados en un principio sin peso alguno, luego son pesados diariamente para conocer el peso de los residuos sólidos recolectados en su ruta. Lo mínimo que entra son 140 toneladas de basura al día recolectada por toda la ciudad de Tarija, se incrementa en tiempo de fiestas (carnaval, año nuevo) que llegan a 150 a 160 ton de basura.
- Cuenta con una malla perimetral la cual rodea el relleno, al igual que reutilizan llantas como un muro de seguridad.
- Área administrativa y área de control de ingreso de basura. Los residuos entrantes, una vez pesados y registrados son descargados por medio de una oruga se esparcen y se compactan, posteriormente la pala frontal realiza la cobertura con material extraído del sector.
- Servicios higiénicos para los trabajadores.
- Taller de mantenimiento para los diferentes carros recolectores de basura.
- Seguridad, cuenta con señalización, electrificación y el personal utiliza equipos de protección personal.
- Control de plagas y vectores se realiza cada dos meses.
- Cuenta con una sola piscina para el tratamiento de lixiviado.
- Posee una celda de residuos peligrosos hospitalarios que se encuentra en un sitio impermeabilizado con arcilla y geo membrana PEAD (polietileno de alta densidad) capacidad volumétrica 1.296 m³.

2.2.ASPECTOS FÍSICO NATURALES.

2.2.1. Características Biofísicas del Área de Estudio

Según la información recopilada del Plan Territorial de Desarrollo Integral gobierno autónomo municipal de la, ciudad de Tarija y la provincia de cercado municipal 2016 – 2020, se tiene lo siguiente:

➤ **Altitudes**

Se ubica dentro del Valle Central de Tarija, con altitudes que varían desde los 1.250 metros sobre nivel del mar en la parte más baja, por la comunidad de Tipas, llegando al piedemonte con altura de 2.100 msnm y pasando a elevaciones de más de 4.300 msnm, como la montaña de la reserva biológica de Sama.

➤ **Serranías**

Las serranías a nivel de paisaje son altas, medias y bajas, ocupan 809 Km², representa el 31 por ciento del área territorial de estudio, de formas elongadas con cimas sub redondeadas, irregulares, cuyas divisorias de aguas son perfectamente discernibles; la disección varía de moderada, fuerte a muy fuerte, donde las pendientes varían desde fuertemente escarpado de 30 a 60% a extremadamente escarpado menor que 60%. La cantidad de piedras y rocas superficiales varía desde poca a mucha. El material a partir del cual han sido modeladas las serranías es preponderantemente de origen sedimentario, como areniscas, lutitas, limonitas y arcillita, con intercalaciones de rocas metamórficas como cuarcitas.

Los suelos varían de superficiales a profundos; frecuentemente se aprecia erosión principalmente laminar, cuya intensidad puede variar desde ligera hasta severa, y diferentes tipos de movimientos en masa. Los suelos son bien drenados, con colores pardos amarillento oscuro a pardo oscuros. La textura varía de franco arcillosa a franco arenosa, con pocos a abundantes fragmentos de grava fina a piedras y la estructura generalmente es en bloques subangulares, no son calcáreos. El pH varía de 5,5 a 7,5 y los suelos no son salinos ni sódicos. La disponibilidad de nutrientes generalmente es baja a media.

➤ **Vegetación**

La caracterización de la vegetación natural del área de estudio, se ha realizado según las categorías de la leyenda de la FAO/UNESCO (adaptada, 1973) utilizada por el proyecto de Zonificación Agroecológica y Establecimiento de una Base de Datos y Red de Sistemas de Información Geográfica. (ZONISIG, 2000).

➤ **Clima**

La Provincia Cercado es la región que tiene instalada una red aceptable de estaciones meteorológicas, consistente en 7 estaciones climáticas y 10 estaciones pluviométricas, la de mayor información récord es la estación Aeropuerto y la más completa El Tejar. Para realizar las respectivas interpolaciones a través de un Sistema de Información Geográfica y obtener los diferentes mapas temáticos de precipitación, temperatura, se precisó de otras estaciones aledañas a la Provincia Cercado.

➤ **Temperatura**

En forma general el clima de la provincia Cercado, en función a 9 estaciones climáticas, se presenta con una temperatura media anual de 17,42°C la máxima media de 25,52°C mínima de 9, 42° C se tiene en verano extrema máxima de 39,4°C y extrema mínima de invierno de -8,62°C.

➤ **Precipitación**

La precipitación se caracteriza por periodos relativamente cortos de lluvias (noviembre-abril), con regímenes de precipitaciones muy variables en cuanto a frecuencia e intensidad y con un periodo largo de estiaje (mayo-octubre), periodo en el cual es más notorio el déficit de agua en las subcuencas del Río Santa Ana, Sella y El Monte.

➤ **Vientos**

Se presenta vientos débiles a moderados de dirección variable de origen local, el régimen normal de vientos en la provincia Cercado, que corresponde en gran parte al Valle central de Tarija, está determinado por el ingreso de masas de aire denso a través de la fractura geológica de la Angostura, razón por la cual, la intensidad, así como la dirección predominante se modifica al distribuirse tanto hacia el norte como al sur, de este punto de referencia.

Este aspecto hace que el impacto directo del viento inicialmente se manifieste en el sector muy bien denominado de la ventolera, en el que la dirección predominante es al sureste, dirección que se conserva con muy poca variación, cuando el viento avanza

hacia el norte; sin embargo, cuando se extiende hacia el sur la dirección del viento cambia hacia noreste, principalmente en la cuenca del río Camacho o sea la misma orientación que tiene esta cuenca.

En la región de la Ventolera los vientos alcanzan en el mes de agosto y septiembre de 25 metros por segundo, cuya intensidad varia, de julio a noviembre, alcanzando solo hasta 8 m/s.

2.2.2. Aspectos Demográficos

Según la información recopilada del Plan Territorial de Desarrollo Integral gobierno autónomo municipal de la, ciudad de Tarija y la provincia de Cercado Municipal año 2016 – 2020, se tiene lo siguiente:

El departamento de Tarija, según el censo del año 2012, cuenta con 483.518 habitantes, Por su parte, la provincia Cercado de Tarija alcanza a un total de 205.375 habitantes, de los cuales el 87.4% pertenecen al área urbana y el 12.6% viven en el rural. Como se ha manifestado anteriormente, la misma situación de desplazamiento campo-ciudad, verificado en el contexto nacional se ha venido registrando en los diferentes departamentos y particularmente en nuestro caso: Provincia Cercado del Departamento de Tarija.

La ciudad de Tarija, sede de la Capital del Departamento es el asentamiento humano de mayor tamaño con algo más de 205 mil habitantes. Con relación al total de la población departamental, la provincia Cercado contiene el 42 por ciento, habitantes de los cuales el 37 por ciento se radican en el área urbana o ciudad capital Tarija y el restante 5 por ciento en las diferentes comunidades rurales de la provincia.

2.3. MATERIALES E INSTRUMENTOS

Los materiales e instrumentos que se utilizaran para realizar la presente investigación son los siguientes:

➤ **Materiales utilizados en fase de gabinete:**

N °	Materiales
1	Computadora
2	Información primaria
3	Información secundaria
4	Bolígrafo
5	Modem internet

Fuente: Elaboración Propia.

➤ **Materiales utilizados en Laboratorio y Fase de Campo**

N °	Materiales
1	Tablero
2	Planillas de registro
3	Cámara fotográfica
4	EPP (equipo de protección personal)
5	Bolígrafo
6	Mufla
7	Estufa
8	Balanza analítica
9	pH-metro

Fuente: Elaboración Propia.

2.4. METODOLOGÍA

2.4.1. Tipo de la investigación

El tipo de investigación del presente trabajo de investigación que tiene como objetivo proponer aprovechamiento térmico de los residuos orgánicos de la entidad municipal de aseo de Tarija usando tecnología limpia, se realizó principalmente bajo el enfoque cuantitativo ya que se determinará el volumen de los residuos orgánicos, el dato de reducción al volver ceniza la muestra y se describen los datos analizados en el laboratorio.

2.4.2. Método de la investigación

2.4.2.1.Método Descriptivo

Porque nos permitió describir y a detallar como son y cómo se manifiestan los datos obtenidos en el trabajo de tesis. Con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas. Estudios descriptivos buscan especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice. (Hernández S., 2014).

Este método permitió básicamente en describir y conocer la situación actual del relleno sanitario de Pampa Galana de esta manera se estimó y se analizó datos recopilados en información secundaria que nos permitió determinar el volumen de los residuos orgánicos.

2.4.2.2.Método Cuantitativo

Recoge información empírica (de cosas o aspectos que se pueden contar, pesar o medir) y que por su naturaleza siempre arroja números como resultado. (Behar D.2008).

Con este método se determinó el volumen de residuos orgánicos calculando densidades de residuos orgánicos en laboratorio.

2.4.2.3.Método Analítico

Es aquel método de investigación que consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos. El análisis es la observación y examen de un hecho en particular. Es necesario conocer la naturaleza del fenómeno y objeto que se estudia para comprender su esencia. Este método nos permite conocer más del objeto de estudio, con lo cual se puede: explicar, hacer analogías, comprender mejor su comportamiento y establecer nuevas teorías. (Ruiz, 2007).

Este método permitió comprobar el dato e información que se obtuvo de la investigación de laboratorio de las cenizas y su porcentaje de reducción.

A base de este método también se comprobó los diversos datos e información que se obtuvo de la muestra y el análisis de los parámetros calcio, sodio y pH a tratar, con el objetivo de determinar su composición.

2.4.3. Técnicas

2.4.3.1. Técnicas de Observación Visual:

Es una técnica que se utiliza cuando el investigador corrobora y verifica los datos y la información sobre la situación real del problema, esta se define como el registro visual de lo que ocurre en una situación real consignando los acontecimientos pertinentes de acuerdo con algún esquema previsto y según el problema que se estudia. (Canales, 1996).

Esta técnica de investigación permitió familiarizarse con los componentes de estudio, nos permitió la identificación del área de estudio a fondo, que consistió en observar de manera detallada el área que ocupa los residuos sólidos en EMAT.

2.4.3.2. Técnica Documental

Consiste en “detectar, obtener y consultar bibliografía y otros materiales que parten de otros conocimientos y/o informaciones recogidas moderadamente de cualquier realidad, de modo que puedan ser útiles para los propósitos del estudio”. (BATIS, 2020)

Por medio de esta técnica se procedió a recopilar información valiosa de otros documentos sobre el aprovechamiento térmico de residuos orgánicos así también del equipo de incineración con tecnología limpia y situación del relleno sanitario que administra la entidad municipalidad de aseo Tarija que permitió tener mayor conocimiento sobre la investigación.

2.4.4. Proceso Metodológico

El presente trabajo de investigación fue realizado en 3 etapas, las cuales se explican a continuación cada una de las etapas:

2.4.4.1. Fase de gabinete

Se realizo las siguientes actividades:

2.4.4.1.1. Recolección de información primaria

Se realizó un recorrido en el área de estudio, que nos permitió observar y obtener información primaria para cumplir con el objetivo planteado. Se observo con mucha atención las características que presento el relleno sanitario y también los aspectos que se consideró importantes.

2.4.4.1.2. Recopilación de Información secundaria

Consistió en investigar leer y recopilar toda la información en relación al trabajo de investigación, que nos permitió conocer más sobre el tema y área de estudio.

2.4.4.1.3. Selección de parámetro

Se seleccionó los siguientes parámetros para hacer el análisis de residuos orgánicos en este trabajo de investigación.

- pH
- Sodio (Na)
- Calcio (Ca)

2.4.4.1.4. Formulas utilizadas

- **Formula Geométrica “Se utilizo para la Proyección de la Población al 2022”**

$$P_f = P_o \left(1 + \frac{i}{100} \right)^t$$

Donde:

Pf = Población futura

Po = Población actual

i= tasa de crecimiento

t= (t final – t inicial) intervalo en años

- **La producción per cápita de RSM se puede estimar globalmente así:**

$$ppc = \frac{DSr}{Pob \times 7 \times Cob}$$

Dónde:

ppc = Producción por habitante por día (kg/hab/día)

DSr = Cantidad de RSM recolectados en una semana (kg/sem)

Pob = Población total (hab)

7 = Días de la semana

Cob = Cobertura del servicio de aseo urbano (%)

- **La cobertura del servicio es el resultado de dividir la población atendida por la población total:**

$$\text{Cobertura del servicio (\%)} = \frac{\text{Población atendida (hab)}}{\text{Población total (hab)}}$$

- **La producción de RSM está dada por la relación:**

$$DSd = Pob \times ppc$$

Dónde:

DSd = Cantidad de RSM producidos por día (kg/día)

Pob = Población total (habitantes)

Pppc = Producción per cápita (kg/hab-día)

2.4.4.2.Fase de Campo

Comprende las siguientes actividades:

2.4.4.2.1. Elaboración de la muestra

Los residuos orgánicos se obtuvieron de mi familia y de vecinos para corroborar que los 9 residuos orgánicos elegidos sean los adecuados y la muestra se elaboró en mi domicilio con todos los cuidados correspondientes.

Paso 1: Acondicionamiento de la muestra

Consistió en picar los residuos orgánicos utilizando una rebanadora con fines de tener los residuos en menor tamaño para facilitar el proceso, la muestra contiene los siguientes residuos orgánicos (papa, manzana, banana, huevo, naranja, sandia, perejil, zanahoria y arveja). Para acondicionar así también se dio uso de platos desechables una bandeja los residuos orgánicos fueron manipulados con las manos con uso de guantes.

Imagen N°1. Selección De Los Residuos Orgánicos Mas Abundantes

Fuente: Imagen Propia 2022

Paso 2: Mezcla de la muestra:

Se procedió a mezclar cada una de la muestra con las manos utilizando guantes se hizo la mezcla de manera lenta donde tuvo una duración de 45min en el transcurso se pudo observar q el olor que desprendía no era agradable ya que hizo atraer a mosquitos, se utilizó una bandeja donde allí se hizo la respectiva homogenización que tenía un mal olor ya que ese proceso no fue fácil.

Imagen N°2. Preparación De La Mezcla De Residuos Orgánicos



Fuente: Imagen Propia 2022

Imagen N°3. Homogenización De La Mezcla



Fuente: Imagen Propia 2022

Imagen N°4. Mezcla Homogénea



Fuente: Imagen Propia 2022

Paso 3: Pesaje de las muestras:

Se hizo el pesaje de 4 muestras con una balanza comercial (M1, M2, M3 y M4) en cada muestra se pesó 500gr de la mezcla homogénea de residuos orgánicos al hacer este proceso se tuvo un tiempo de duración de 30min donde se comenzó a sentir un olor a fermentación y notar la proliferación de mosquitos.

La razón por la que se hizo 4 muestras es porque 3 fueron destinadas al laboratorio Ceanid para analizar parámetros y una muestra fue trabajada en laboratorio con fines de obtener el dato de reducción de esta muestra al volverse cenizas.

Imagen N°5. Preparación de muestras para el pesaje

Fuente: Imagen Propia 2022

Imagen N°6. Cuantificación de la muestra



Fuente: Imagen Propia 2022

Imagen N°7. Muestras cuantificadas



Fuente: Imagen Propia 2022

2.4.4.3.Fase de Laboratorio

Comprende las siguientes actividades:

2.4.4.3.1. Obtención de datos volumen y masa

Fueron medidos en laboratorio de química de la Facultad de Ciencias y Tecnologías de la Universidad Juan Misael Saracho. Los residuos orgánicos se trituraron a un tamaño promedio de 5mm para facilitar la lectura de la medición del volumen, se repitió 3 veces el procedimiento con cada residuo orgánico primero se hizo el pesaje en la balanza analítica y luego se añadió a la probeta para medir su volumen respectivo.

Primero se hizo la suma de los tres datos de cada residuos orgánico luego se sacó su valor promedio de cada uno de residuos orgánicos se hizo el mismo procedimiento para calcular el volumen y su masa, luego se hizo una sumatoria de todos los valores promedios y nuevamente sacamos el valor promedio de ese resultando dividiendo entre 9 ya que se seleccionó esa cantidad por la abundancia de uso diario que se dan a estos y también se tomaron en cuenta otros factores la humedad ya que también se obtuvo los datos de humedad de cada uno, de acuerdo a la temporada se eligió la sandía ya que en el mes de noviembre predomina en el mercado este fruto, al obtener el resultado de masa y volumen se calculó que la densidad

2.4.4.3.2. Proceso de incineración

Se realizó los siguientes procesos para obtener las cenizas:

Paso 1: Flameado

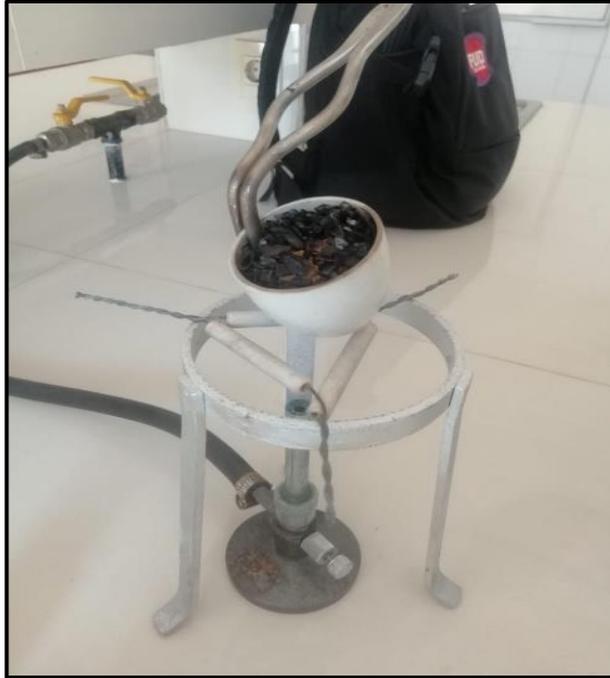
Se hizo el flameado con los fines de: Evitar humos, Reducir el volumen de la muestra, acortar el tiempo de incineración, obtener la muestra carbonizada y así no desprender cenizas dentro del incinerador. Su tiempo promedio de duración fue de 1hr-1:30hr por cada crisol se hizo con todos los cuidados ya que no es fácil por el olor que se pudo sentir en el momento, se utilizó una pinza de 40cm para sostener los crisoles, un soplete, mechero bunsen con soporte metálico y un triángulo para sostener el crisol.

Se detuvo el flameado de cada crisol cuando se observó un estado carbonizado un color negro intenso.

Imagen N°8. Acondicionamiento del flameado

Fuente: Imagen Propia 2022

Imagen N°9. Proceso del flameado



Fuente: Imagen Propia 2022

Imagen N°10. Sostenimiento del crisol con la muestra



Fuente: Imagen Propia 2022

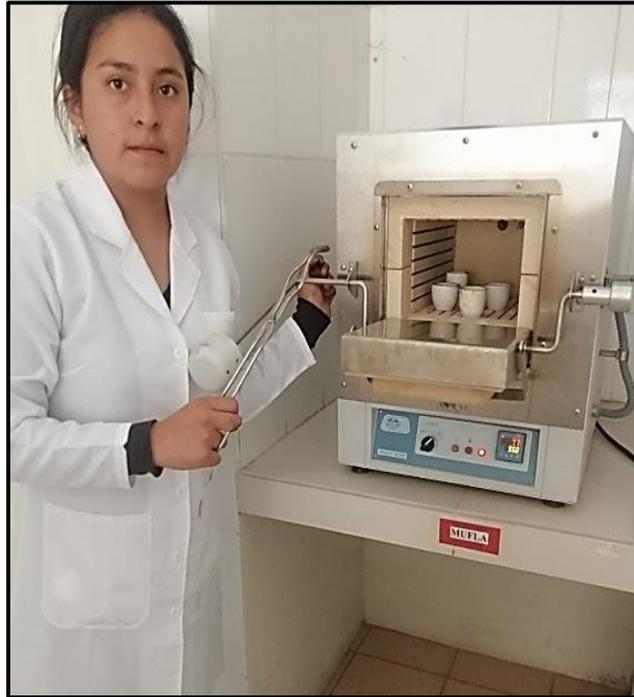
Paso 2: INCINERACION

Se incinero con el fin de obtener las cenizas a una temperatura de 550° C – 600° C se utilizó los crisoles y pinzas de 40cm para la incineración, se prosiguió con todos los cuidados por la alta temperatura se dio inicio desde las 8am hasta las 9pm no se sintió mal olor no se pudo notar humo en el transcurso del proceso, se dejó las muestras en el incinerador hasta el día siguiente para manipularlas así que por esa razón no se utilizó guantes.

Imagen N°11. Recepcionando la muestra flameada

Fuente: Imagen Propia 2022

Imagen N°12. Ingreso de la muestra a la mufla



Fuente: Imagen Propia 2022

Imagen N°13. Muestra en la mufla



Fuente: Imagen Propia 2022

Imagen N°14. Verificación de la muestra



Fuente: Imagen Propia 2022

Imagen N°15. Retirando los crisoles de la mufla



Fuente: Imagen Propia 2022

Imagen N°16. Muestra en cenizas



Fuente: Imagen Propia 2022

Paso 3: DESECACION

Se uso el desecador para terminar de enfriar la muestra y también con el fin de que la muestra no se humedezca con la humedad externa.

Se trasladó las muestras al desecador de 9am a 11am para luego realizar el control de peso de las muestras.

Imagen N°17. Crisoles en el desecador



Fuente: Imagen Propia 2022

Imagen N°18. Retirando las muestras del desecador

Fuente: Imagen Propia 2022

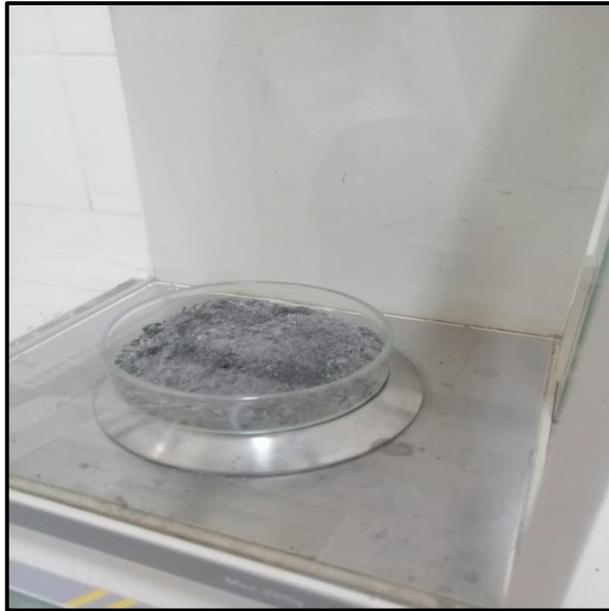
Paso 5: Control de Peso

Se procedió a quitar el peso de la caja petri luego se colocó las cenizas cuidadosamente para así obtener su peso en la balanza analítica.

Imagen N°19. Balanza analítica

Fuente: Imagen Propia 2022

Imagen N°20. Muestra en la balanza analítica



Fuente: Imagen Propia 2022

Imagen N°21. Dato del peso de la ceniza



Fuente: Imagen Propia 2022

Imagen N°22. Ceniza obtenida



Fuente: Imagen Propia 2022

2.4.4.4. Fase de Post Campo:

Involucro las siguientes actividades:

2.4.4.4.1. Sistematización de la información recopilada

En laboratorio, de información secundaria y en las etapas anteriores.

- **Interpretación o Análisis de la Información de Campo y Laboratorio:** Esta actividad corresponde a la recopilación de datos para calcular el volumen del relleno sanitario.
- **Elaboración de la propuesta de aprovechamiento térmico de los residuos orgánicos de la entidad municipal de aseo de Tarija usando tecnología limpia:** Una vez sistematizada toda la información de campo se procedió a la elaboración con la finalidad de mejorar el desempeño ambiental.

CAPITULO III
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados y discusión se harán por objetivos para respetar los análisis o para que este muy clara la explicación de cómo se han logrado y que significan cada objetivo y su resultado respectivo.

3.1. DETERMINACIÓN DE LOS VOLÚMENES EXISTENTES DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS QUE SE GENERAN EN EL RELLENO SANITARIO EN LA ENTIDAD MUNICIPAL DE ASEO DE TARIJA (EMAT)

Si consideramos que los residuos orgánicos que llegan al relleno sanitario son más de 9 productos y al ser incinerados estos van a reducir en masa al convertirse en ceniza ya que se estaría reduciendo la masa inicial total de los residuos orgánicos.

Los componentes de los residuos orgánicos que van al relleno sanitario son variables dependiendo de la temporada, como por ejemplo la estación de invierno tenemos principalmente cítricos, a finales de primavera e inicios de verano tenemos el choclo, en pleno verano tenemos uva en abundancia, y así sucesivamente.

Para obtención de datos volumen masas y densidades que se desechan en domicilios se usaron 9 de ellos (cascaras de papa, huevo, zanahoria, banana, manzana, naranja, arveja, sandia y tallo de perejil). Considerando que son los más importantes y representativos entre los meses de octubre y noviembre.

Para determinar el volumen se realizó los siguientes cálculos:

Tabla 1. Proyección de carga de Residuos Sólidos del Relleno Sanitario

Año	Población (hab)	Aporte (kg/hab.*d)	Residuos (ton/d)
1998	---	0,433	52,84
2000	133.329	0.439	58,49
2005	170.132	0.455	77,41
2010	217.240	0.472	102,54
2015	354.198	0.508	179,93

Fuente: Gestión de Residuos Sólidos de Pampa Galana (2014)

En la tabla se puede observar que la población creció y va reduciendo su capacidad del relleno sanitario, con estos datos se proyectara para el año 2022 la población.

Además, la dirección de calidad y servicio ambiental de la secretaria de medio ambiente de la gobernación del departamento de Tarija, indico que el relleno sanitario municipal cumplió su término que tiene con la parte social, actualmente está rodeado de viviendas. Hasta vida útil, no solo por colmatación de desechos sólidos sino también por la cercanía de viviendas el 2020 tiene plazo para hacer el cierre y abandonar el lugar que determino por Ley el Gobierno Nacional. (EMAT, 2014)

➤ **Formula Geométrica “Proyección de la Población al 2022”**

$$P_f = P_o \left(1 + \frac{i}{100} \right)^t$$

Donde:

Pf = Población futura =?

Po = Población actual = 354.198 hab

i= tasa de crecimiento = 3,18

t= (t final – t inicial) intervalo en años = 2022-2015 = 7 años

$$P_f = P_o \left(1 + \frac{i}{100} \right)^t$$

$$P_f = 354.198 \left(1 + \frac{3,18}{100} \right)^7$$

$$P_f = 440.975 \text{ hab}$$

La población futura que corresponde al año 2022 tiene 440.975 habitantes.

➤ **Proyección de Residuos**

Donde:

R_f = Residuos futuros=179,93ton/d

R_o = Residuos actuales = 102,54ton/d

i = tasa de crecimiento =?

t = (t final – t inicial) intervalo en años = 2015-2010 = 5 años

$$R_f = R_o \left(1 + \frac{i}{100}\right)^t$$

$$179,93 = 102,54 \left(1 + \frac{i}{100}\right)^5$$

$$1,754729 = \left(1 + \frac{i}{100}\right)^5$$

$$\frac{\ln 1,754729}{5} = \ln \left(1 + \frac{i}{100}\right)$$

$$0,112463 = \ln \left(1 + \frac{i}{100}\right)$$

$$1,119031 = 1 + \frac{i}{100}$$

$$11,90 = i$$

El resultado que obtuvo $i = 11,90$ es la tasa de crecimiento de residuos a continuación, se calculó la proyección de residuos para el año 2022.

$$R_{2022} = R_o \left(1 + \frac{i}{100}\right)^t$$

$$R_{2022} = 179,93 \left(1 + \frac{11,90}{100}\right)^7$$

$$R_{2022} = 395,28 \text{ton/d.} \left(\frac{7d}{1\text{sem.}}\right) = 2.767,02 \text{ton/sem.} \left(\frac{1000\text{kg}}{1\text{ton}}\right) = 2.767.020 \text{kg/sem}$$

- La cobertura del servicio es el resultado de dividir la población atendida por la población total:

$$\text{Cobertura del servicio (\%)} = \frac{\text{Población atendida (hab)}}{\text{Población total (hab)}}$$

$$\text{Cobertura del servicio (\%)} = \frac{352.780 \text{ (hab)}}{440.975 \text{ (hab)}}$$

$$\text{Cobertura del servicio (\%)} = 0,8$$

- Producción Per cápita La producción per cápita de RSM se puede estimar globalmente así:

$$\text{ppc} = \frac{\text{DSr en una semana}}{\text{Pob} \times 7 \times \text{Cob}}$$

$$\text{ppc} = \frac{2.767.016.000 \text{ kg/sem}}{440.975 \text{ hab} \times 7 \times 0,8}$$

$$\text{ppc} = \frac{2.767.019 \text{ kg/sem}}{2.469.460}$$

$$\text{ppc} = 1,12 \text{ (kg/hab-día)}$$

- La producción de RSM está dada por la relación:

$$\text{DSd} = \text{Pob} \times \text{ppc}$$

Dónde:

DSd = Cantidad de RSM producidos por día (kg/día) =?

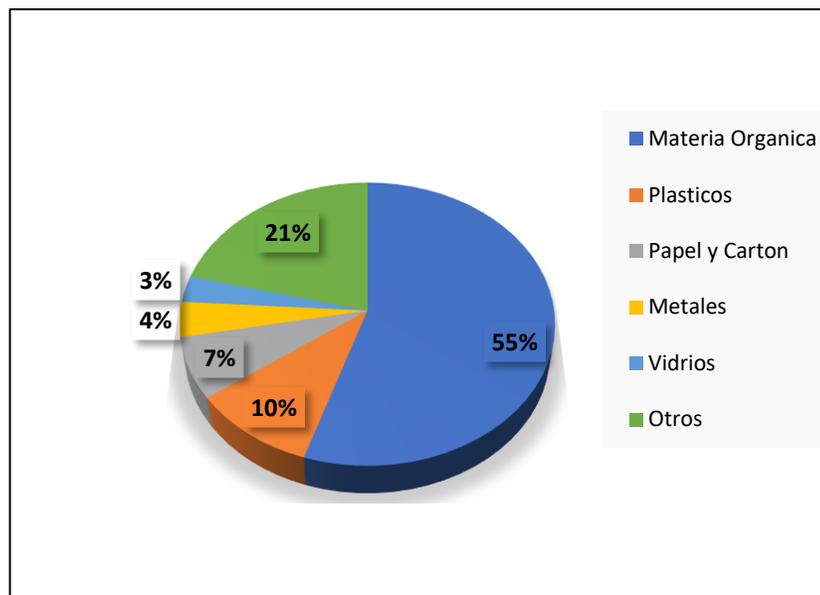
Pob = Población total (habitantes) = 440.975 hab

Pppc = Producción per cápita (kg/hab-día) = 1,12 (kg/hab-día)

DSd = 440.975 hab x 1,12 (kg/hab-día)

DSd = 493.892 (kg/día)

Gráfico N ° 1. Composición de Residuos Sólidos, Bolivia



Fuente: Tesis Evaluación de Impacto Ambiental.

El gráfico N°1 se elaboró a base de datos proporcionados por las entidades Municipales de Aseo Urbano Bolivia.

El dato obtenido de la producción de RSM que es de 493.892 (kg/día) lo multiplicamos con el 55% ya que como indica el gráfico N°1 que la materia orgánica tiene ese porcentaje da un resultado de 271.640,6 kg/día de residuos orgánicos.

Tabla 2. Densidades De Residuos Orgánicos

Nº	RESIDUOS ORGÁNICOS	MASA (gr)	VOLUMEN (ml)
1	SANDIA	3,467	4,0
		2,553	3,0
		2,431	2,5
2	MANZANA	4,715	8
		5,211	7
		4,931	7
3	BANANA	7,092	10
		6,931	9,5
		7,052	9,7

Nº	RESIDUOS ORGÁNICOS	MASA (gr)	VOLUMEN (ml)
4	NARANJA	5,472	9,5
		5,305	9,3
		5,020	9
5	ARVEJA	4,964	7,5
		4,705	7,3
		4,511	7
6	HUEVO	5,710	9,1
		5,301	9
		4,901	9
7	PEREJIL	2,205	6
		2,200	6,5
		2,102	5
8	ZANAHORIA	6,466	9,9
		6,359	9
		5,997	8,9
9	PAPA	10,042	16
		10,021	15,5
		9,997	15

Fuente: Elaboración propia

Los datos que se observan en la Tabla 2, de masa y volumen son resultados de laboratorio.

A continuación, se muestra los cálculos de la densidad:

Donde:

M= masa (gr)

V= volumen (ml)

Datos:

Conversiones

$$M = 5,39504444 \text{ gr} \quad 5,39504444 \text{ gr} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ gr}} = 0,0053950 \text{ kg}$$

$$V = 76,998 \text{ ml} \quad \boxed{76,998 \text{ ml} \times \frac{1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3}{1 \text{ ml}} = 7,69 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3}$$

Cálculo de la densidad del Residuo Orgánico:

$$\delta = \frac{m}{v}$$

$$\delta = \frac{0,0053950\text{kg}}{7,69 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3} \quad \delta = 70,09102\text{kg/m}^3$$

Cálculo del volumen:

$$v = \frac{m}{\delta}$$

Datos:

$$m = 271.640,6\text{kg}$$

$$\delta = 70.09102\text{kg/m}^3$$

$$v = \frac{271.640,6\text{kg}}{70,09102\text{kg/m}^3} = 3.875,54\text{m}^3$$

A base del Grafico 1, Tabla 1 y las *densidad* de los residuos orgánicos seleccionados (papa, manzana, banana, huevo, naranja, sandia, perejil, zanahoria y arveja) se determinó el volumen de los residuos orgánicos del año 2022 del Relleno Sanitario:

Tabla 3. Determinación del volumen de Residuos Orgánicos

Año	Población (Hab)	Aporte (kg/hab.*d)	Residuos (t/d)	Residuos Orgánicos 55% (t/d)	Densidad de los Residuos orgánicos	Volumen de Residuos Orgánicos
2022	440.975	1,12	493,89	2.716,40	70,09102kg/m ³	3.875,54 m ³

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 3, se puede observar que el volumen de los Residuos Orgánicos es 3.875,54m³.

➤ **Método N°1. Aproximación (LA FUENTE)**

Cálculo del tiempo en que el relleno sanitario completa su capacidad al 100%

Años	Volumen (m3)	
1995 -----	1.145.233	2011-1995= 17 años
2011-----	805.571	$1.145.233-805.571=339.662m^3$

$$\frac{805.571}{17} = 47.386,53 m^3/año$$

$$\frac{339662}{47386,} = 7,17años = 7años 2meses$$

Este dato de 7 años y 2 meses representa que, en febrero del año 2018, el relleno sanitario de EMAT de Pampa Galana ciudad de Cercado completo el 100% de su capacidad volumétrica

➤ **Método N°2. Formula Geométrica**

$$P_f = P_o \left(1 + \frac{i}{100} \right)^t$$

Donde:

Pf = Población futura = 805.571 m³

Po = Población actual = 1.145.233 m³

i= tasa de crecimiento = ?

t= (t final – t inicial) intervalo en años = 2018 – 2011= 7años

$$P_f = P_o \left(1 + \frac{i}{100} \right)^t$$

$$805.571 = 1.145.233 \left(1 + \frac{i}{100} \right)^7$$

$$0,7034123187 = \left(1 + \frac{i}{100} \right)^7$$

$$\ln 0,7034123187 = 7 \ln \left(1 + \frac{i}{100} \right)$$

$$-0,05025886372 = \ln \left(1 + \frac{i}{100} \right)$$

$$0,9509832176 = 1 + \frac{i}{100}$$

$$-4,9016 = i$$

$$V_f = V_o \left(1 + \frac{i}{100} \right)^t$$

$$V_f = 1.145.233 \left(1 + \frac{-4,9016}{100} \right)^7$$

$$V_f = 1.600.916,349 m^3$$

$$\Delta V = 1.600.916,349 - 805571$$

$$\Delta V = 795.345,349 m^3$$

$$m = \delta \cdot v$$

$$m = 70,09102 kg/m^3 \times 795.345,349 m^3 \frac{1 ton}{1000 kg}$$

$$m = 55.746,56676 ton$$

$$tpo(d) = \frac{55.746,56676 ton}{4850,736 kg/d}$$

$$tpo(d) = 11.49 d \frac{1 mes}{30 d} = 0,783 mes \quad 1 mes$$

Este dato de 7 años y 1 mes representa que, en agosto del año 2018, el relleno sanitario de EMAT de Pampa Galana completo el 100% de su capacidad volumétrica.

Como se puede observar se tiene dos datos de año y dos datos de meses, por lo que concluimos que el relleno sanitario de EMAT de Pampa Galana de Ciudad cercado completo el 100% de su capacidad volumétrica en año 2018, entre los meses de enero y febrero.

Se tuvieron que realizar estos dos cálculos para asegurarse que los resultados sean similares (como se obtuvo) y también se hicieron estos cálculos debido a que EMAT de ninguna manera nos lo proporciono ni tampoco se encontró en bibliografía.

Y como se muestra a continuación en estas dos fotos, la primera de Google earth y la segunda tomada por mi persona en diciembre del 2022 fecha, en ambas se demuestra que al sobrepasar el 100% de la capacidad volumétrica del relleno, se llegó a formar una montaña de residuos y/o desechos.

Este valor del 100% significa que el relleno sanitario de pampa galana se llenó por completo su capacidad volumétrica por lo que a partir del año 2019 el total de basuras domesticas recolectadas por EMAT fueron a formar las montañas de basura que hoy en día se pueden apreciar las fotos a continuación.

Imagen N°23. Relleno Sanitario de Pampa Galana



Fuente: Google Earth

Imagen N°24. Tomada por Anye Marisel Tapia Miranda



Fuente: Imagen Propia 2022

3.2.DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE CENIZA GENERADA Y LA REDUCCIÓN DE VOLÚMENES AL INCINERAR LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS.

Se calculo el peso de las cenizas en la balanza analítica que es **32,5715gr.**

A continuación, se describe el cálculo de la reducción de la muestra que tenía como peso inicial 500gr.

Datos

- 500gr residuos orgánicos
- 32,5715gr ceniza

500gr-----	100%
32,5715gr-----	x

$$x = \frac{32,5715\text{g} \times 100\%}{500\text{gr}} \quad x = 6,5143\%$$

Por lo tanto, la pérdida de masa inicial que se tenía fue de 93,5%. Reduciéndose la masa total hasta un 6,5143%.

Tomando en cuenta el valor del DSd que es 493.892 kg/d

$$\text{RSO} = 493.892 \text{ kg/d} * 0,55 = 271.640,6 \text{ kg/d}$$

Con el dato obtenido de ceniza en laboratorio 6.5143 % calcularemos la reducción en función a la cantidad total de residuos sólidos orgánicos:

$$\text{Ceniza} = 271.640,6 \text{ kg/d} * 0,065143 = 17,695\text{kg/d}$$

$$\text{Reducción} = 271.640,6 \text{ kg/d} - 17,695\text{kg/d}$$

$$\text{Reducción} = 271,622\text{kg/d}$$

3.3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LAS CENIZAS REALIZADAS EN LABORATORIO

Para la obtención de los resultados de estas tablas se partió de la elaboración de una mezcla de estos residuos orgánicos (papa, zanahoria, huevo, arveja, sandía, banana, manzana, perejil, naranja) de esta mezcla se tomó tres muestras con un peso de 500gr donde se las llevó al Centro de Analisis, Investigación y Desarrollo “CEANID” cada una con un peso de 500gr al convertir cada muestra en cenizas se analizó los siguientes parámetros calcio, sodio, pH y el dato de reducción de ceniza en porcentaje.

MUESTRA 1 RESIDUOS ORGANICOS (papa, zanahoria, huevo, arveja, sandia, banana, manzana, perejil, naranja)

Tabla 4. Resultados de la Muestra 1

PARÁMETRO	TÉCNICAS y/o MÉTODOS DE ENSAYO	UNIDAD	RESULTADOS	LIMITES PERMISIBLES
Calcio	Absorción Atómica	mg / 100g	3074,0	Sin Referencia
Cenizas	NB 231:2:1998	%	7,71	Sin Referencia
pH (20°C)	SM 4500 -H-B	-	5,96	Sin Referencia
Sodios	Absorción Atómica	mg / 100g	32,3	Sin Referencia

Fuente: CEANID

En la tabla 4, podemos observar que la cantidad de calcio es una cantidad alta con 3074,6mg en 100g de muestra, la cantidad de sodio es 32,3mg en 100g de muestra y de ahí se obtiene una ceniza del 7,71% siendo su pH de estas cenizas 5,96.

MUESTRA 2 RESIDUOS ORGANICOS (papa, zanahoria, huevo, arveja, sandia, banana, manzana, perejil, naranja).

Tabla 5. Resultados de la Muestra 2

PARÁMETRO	TÉCNICAS y/o MÉTODOS DE ENSAYO	UNIDAD	RESULTADOS	LIMITES PERMISIBLES
Calcio	Absorción Atómica	mg / 100g	3616,0	Sin Referencia
Cenizas	NB 231:2:1998	%	8,67	Sin Referencia
pH (20°C)	SM 4500 -H-B	-	6,05	Sin Referencia
Sodios	Absorción Atómica	mg / 100g	34,0	Sin Referencia

Fuente: CEANID

En la tabla 5, podemos observar que la cantidad de calcio es una cantidad alta con 3616,0 mg en 100g de muestra, la cantidad de sodio es 34,0 mg en 100g de muestra y de ahí se obtiene una ceniza del 8,67% siendo su pH de estas cenizas 6,05.

MUESTRA 3 RESIDUOS ORGANICOS (papa, zanahoria, huevo, arveja, sandia, banana, manzana, perejil, naranja).

Tabla 6. Resultados de la Muestra 3

PARÁMETRO	TÉCNICAS y/o MÉTODOS DE ENSAYO	UNIDAD	RESULTADOS	LIMITES PERMISIBLES
Calcio	Absorción Atómica	mg / 100g	2404,0	Sin Referencia
Cenizas	NB 231:2:1998	%	6,50	Sin Referencia
pH (20°C)	SM 4500 -H-B	-	6,13	Sin Referencia
Sodios	Absorción Atómica	mg / 100g	32,1	Sin Referencia

Fuente: CEANID

En la tabla 6, podemos observar que la cantidad de calcio es una cantidad alta con 2404,0 mg en 100g de muestra, la cantidad de sodio es 32,1 mg en 100g de muestra y de ahí se obtiene una ceniza del 6,50% siendo su pH de estas cenizas 6,13.

Como se puede observar los valores de pH se encuentran entre 5,96 a 6,05 y 6,13 los cuales coinciden con el pH de los suelos del valle central de Tarija. Por lo que no se afectaría a dichos suelos en caso de que esta ceniza fuese utilizada en ellos.

Los suelos del Valle Central de Tarija son bien drenados, con colores pardos amarillento oscuro a pardo oscuros. La textura varía de franco arcilloso a franco arenosa, con pocos a abundantes fragmentos de grava fina a piedras y la estructura generalmente es en bloques subangulares, no son calcáreos. El pH varía de 5,5 a 7,5 y los suelos no son salinos ni sódicos. La disponibilidad de nutrientes generalmente es baja a media. (GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE TARIJA Y LA PROVINCIA CERCADO, 2016-2020).

Y como se puede observar en estas tablas el calcio se encuentra en cantidades importantes por lo que representa un alto beneficio de nutrientes para todo tipo de plantas.

Para el caso del sodio en las cenizas en caso de ser usadas para las plantas este no representaría problema alguno ya que su cantidad presente es muy mínima, representado un promedio de sodio de 0,0328%.

En el informe los resultados de las tres muestras donde se puede observar las tres tablas en la columna de unidad en base a mg/100gr significa que por cada 100gr de ceniza se obtuvieron las cantidades en mg que se muestra en la columna de resultados se puede observar de calcio y sodio. El resultado del parámetro ceniza que se puede observar en las tablas es el porcentaje de reducción de las tres muestras.

pH (Potencial de Hidrógeno):

De las tres muestras es ácido porque están debajo de 7 lo cual este pH es importante poderlo mezclar con los suelos arcillosos que tenemos en el Valle Central de Tarija para lograr una mejor recuperación como tierra agrícola ya que las tendencias de estas tierras son de pH mayor a 7 y las tierras de cultivo tienen que ser de menor pH.

En las tablas se puede observar los siguientes resultados de pH de las muestras (5.96, 6.5 y 6.13) si mezclamos estas cenizas con este pH más algo de alcalino favorece al terreno para tener una mejor producción para sus hortalizas que requieren un pH por debajo de 7.

Calcio (Ca):

Importancia del calcio en la agricultura

Son varias las razones por las cuales el calcio es importante en la agricultura, entre las que destacan:

- Tiene gran influencia en el aprovechamiento de otros nutrientes, afecta a la calidad, no sólo de la planta sino también de los frutos.

- Interviene en cierta medida en la salud de la planta ya que contribuye al desarrollo y crecimiento del sistema radicular, así como de la parte aérea.
- Está relacionado con la formación de la rizosfera y con los microorganismos que habitan en el suelo.
- Juega un rol muy importante en la estructura del suelo.
- Es un factor determinante en la calidad y cantidad de las cosechas.
- Cuando nuestros suelos presentan elevadas cantidades de aluminio que pueden producir fitotoxicidad, es la única alternativa para combatirlo.
- Es el único elemento que puede desplazar los excesos de sodio del bulbo radicular sin transformación química del mismo.
- Presenta lenta movilidad en la planta, es uno de los elementos limitantes en la productividad agrícola.

Importancia del calcio en las plantas

El calcio en forma Ca^{2+} es acumulado por las plantas, especialmente en las hojas, donde se deposita irreversiblemente. Algunas de las principales funciones del calcio en las plantas desempeñan son:

Es un nutriente esencial para el desarrollo y crecimiento de meristemas, así como para el crecimiento y funcionamiento apropiado de los ápices radicales.

- Es un componente de la lámina media, donde cumple una función cementante como pectato cálcico.
- Protege de posibles daños a la membrana celular, evitando un posible escape de sustancias intracelulares.
- Se cree que puede actuar modulando la acción de las hormonas vegetales, regulando la germinación, crecimiento y senescencia.
- Es importante en el desarrollo vegetal y la regulación metabólica.
- Se reconoce como regulador intracelular importante de procesos bioquímicos y fisiológicos.

- Cumple una función esencial en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Además, estabiliza las membranas celulares, impidiendo la difusión de componentes citoplásmicos y regulando la selectividad de absorción iónica.
- Ayuda a proteger a la planta contra el estrés producido por altas temperaturas, induciendo a la planta diferentes proteínas de choque térmico.
- Por todas estas razones, el calcio es muy importante en el correcto desarrollo de nuestros cultivos. (ALVARO, 7 ENERO 2020)

Sodio (Na):

El Sodio es un elemento abundante en la naturaleza, tan abundante que forma parte de los “minerales” del agua de mar y tenemos contacto con él diariamente en la sal de mesa, que es un compuesto llamado Cloruro de Sodio.

En agricultura, muchos elementos son necesarios para el desarrollo de las plantas, alrededor de 16 son los esenciales, entre macro y micronutrientes. El Sodio puede estar presente en tejidos vegetales, pero no es necesariamente un nutriente esencial, la planta puede crecer y desarrollarse en ausencia de éste. Sin embargo, en algunas ocasiones el Sodio puede sustituir funciones de otros elementos, como las del Potasio y las del Magnesio, sobre todo en actividades enzimáticas al interior de la planta. (BONILLA)

Ceniza:

La ceniza es un residuo orgánico que provienen de la combustión de madera de árboles u otros materiales. Contiene diversos minerales, entre los que predomina calcio, potasio, fósforo, silicio, magnesio y hierro.

Usos de la ceniza en la agricultura: Lo primero que debes asegurarte es de no usar nunca ceniza de restos de plástico o madera tratada.

Ahuyenta las plagas: Elimina hormigas, caracoles, babosas y algunos tipos de oruga usando la ceniza. Coge un poco de ceniza en un recipiente, luego espárcela en círculos alrededor de la planta.

El círculo que hagas debe quedar completamente cerrado para que los bichos no logren llegar a la planta.

Elimina los hongos de las hojas: Lo primero que tienes que hacer es localizar las hojas que tengan hongos. Coge una cantidad de ceniza con tus manos y ponla sobre la hoja infectada, frota por ambos lados.

La ceniza reseca el hongo y cambia el pH eliminando el mismo finalmente.

Pasta cicatrizante para las ramas partidas: Aplica la ceniza directamente sobre la herida de las ramas, esto evitará la humedad y ayudará a cicatrizar.

Se aplica entre las plagas más comunes que podemos combatir con cenizas podemos resaltar los gusanos y plaga de babosas o limacos y caracoles. Espolvorea ceniza alrededor del tallo de las plantas dibujando un círculo y otra línea más ancha delimitando el paso a los cultivos que impedirá el acceso a caracoles, babosas y gusanos.

En cuanto a enfermedades, las cenizas son un remedio natural muy útil para las causadas por hongos. Para usar las cenizas con este fin, únicamente debemos espolvorear las cenizas sobre las hojas, tallos, flores, etc. afectadas por los hongos.

Otra forma de usar la ceniza es preparar una pasta o crema y aplicarla en las zonas afectadas o en las zonas que queramos prevenir el contagio.

Abono natural: La ceniza contiene magnesio, fósforo, calcio y otros nutrientes. Como abono no debes usarla más de dos veces al año, tiene propiedades que cambian la acidez y el pH del suelo.

Coloca en una maceta una parte de composta y media taza de ceniza, luego mezcla bien y ponlo en la planta que deseas abonar.

Para mejorar la calidad del suelo y aumentar su fertilidad.: Las cenizas aportan buenas cantidades de potasio, el macronutriente más demandado por las plantas después del nitrógeno. El potasio favorece el crecimiento del follaje y los frutos y mejora la

tolerancia de la planta ante falta de agua. Lee más sobre los nutrientes que necesitan las plantas.

La ceniza también neutraliza la acidez del suelo y además tiene la característica de estimular la actividad de las bacterias que fijan el nitrógeno en la tierra.

Por lo tanto, las cenizas pueden ser una opción natural y casera para la mejora de la estructura del suelo y el aumento de su fertilidad.

Dosis: Para usar las cenizas sólo debemos mezclar hasta 1 kilogramo de ceniza por metro cuadrado con la tierra. Hazlo preferentemente antes de sembrar plantas hortícolas y ornamentales que requieren sustratos ricos en materia orgánica.
(AGROTECNIA, 04 DE SEPTIEMBRE 2019)

3.4. PROPUESTA DEL EQUIPO DE INCINERACIÓN CON TECNOLOGÍA LIMPIA BUSCADO EN EL MERCADO INTERNACIONAL DE COMBUSTIÓN COMPLETA ES EL SIGUIENTE:

3.4.1. Antecedentes

La incineración es una práctica muy antigua. El primer incinerador diseñado para el tratamiento de los residuos sólidos de recolección de recolección municipal, fue construido por Alfred Fryer en 1874 en Nottingham, Inglaterra.

La incineración es una de las alternativas de importancia de crecimiento en la eliminación de los residuos, ya que permite disminuir su volumen hasta en un 90 %, la incineración se define como un proceso térmico que conduce a la reducción de peso y volumen de los residuos mediante la combustión controlada en presencia de oxígeno. (DENIS, JUNIO 2019)

3.4.2. Introducción

La incineración de residuos es una práctica extendida por todo el mundo, con unas 1200 plantas activas en más de 40 países. Sin embargo, aún existen muchos lugares en el que esta tecnología debe ser implantada a la vez que va creciendo su economía y empiezan a implementarse planes de regulación sobre residuos (CAMACHO, 2018).

En la actualidad, existe una tendencia mundial para el fortalecimiento de la conciencia ambiental de la sociedad; se plantea la búsqueda permanente de mecanismos, estrategias y tecnologías capaces de mitigar la pérdida acelerada de los recursos naturales, como alternativa posible de solución ante el agotamiento de los mismos, la pérdida de ecosistemas y de la diversidad ecológica. Entre los problemas que se presentan a nivel mundial, se destacan los grandes inconvenientes relacionados con la generación y disposición final de los residuos sólidos, ya que el crecimiento demográfico e industrial trae como consecuencia que se arrojen diariamente millones de toneladas a las superficies terrestre y acuática, sin ningún tipo de tratamiento ni manejo previo, produciéndose una grave polución que implica consecuencias irreversibles. Por lo que la gestión de los residuos sólidos es un problema de carácter mundial, que viene asumiendo dimensiones críticas para la mayoría de los países. La

producción a gran escala y difusión del estilo de vida y consumismos de la sociedad han provocado el incremento en la generación y por ende el agravamiento del problema. (DENIS, JUNIO 2019)

El contenido de esta propuesta pretende desarrollar un documento que complemente de manera organizada toda la información referente a la incineración de residuos orgánicos con una combustión completa con la adopción de tecnologías limpias y la incorporación de buenos hábitos en las personas clasificando sus residuos podemos reducir estos residuos, mejorar la calidad de la vida y proteger el medio ambiente.

3.4.3. Objetivo de la Propuesta

Proponer las características apropiadas del equipo de incineración con combustión completa del mercado internacional.

3.4.3. Justificación

Atendiendo la problemática antes mencionada donde se tropiezan con los perjuicios ocasionados por los rellenos sanitarios, que hoy se evidencian en grandes daños ambientales, en la afectación de los suelos, el agua, el aire, la salud y en la calidad de vida de las comunidades que viven cerca de ellos; es relevante considerar la presentación del estudio de factibilidad de la incineración como alternativa para el tratamiento de residuos; un proyecto que permitirá disminuir toda esta serie de daños causados por los rellenos.

El propósito de la investigación se enfatiza en proponer una alternativa para el tratamiento eficaz de los residuos sólidos orgánicos, que permita reducir la brecha de salubridad y el impacto al medio ambiente; usando métodos científicos y tecnológicos, que promuevan una estandarización en la administración de los desechos y erradicando el uso de los rellenos sanitarios.

A través del desarrollo de este estudio se tiene la oportunidad de contribuir al mejoramiento del medio ambiente, a la conservación los recursos naturales y al aprovechamiento de los residuos sólidos, puesto que después de su tratamiento servirán

como materia prima para otros procesos industriales o para fines agropecuarios, se tiene previsto además hacer un aporte en el ámbito social contribuyendo así a la generación de empleo, de todas estas maneras expuestas se verá también reflejado la mejora de la imagen del Municipio donde se construya la planta de incineración.

3.4.5. Desarrollo de la Propuesta

La propuesta diseñada, tiene la característica de ser un incinerador TLFSP-500 es un incinerador con una capacidad de procesamiento de 500 kg/hora, y está equipado con un dispositivo de lavado húmedo y un dispositivo de eliminación de polvo sobre la base de un incinerador de doble cámara. El lavado húmedo se puede utilizar en el proceso de incineración de desechos. Reducir eficazmente las emisiones de gases de combustión.

El incinerador de residuos de la marca TIANLANG adopta el método más avanzado de gasificación por pirólisis de una etapa + fuego envolvente + incineración secundaria + incineración por quemado.

En la imagen se muestra el diseño finalizado del equipo de incineración el cual se muestra sencillo y fácil de manejar.

**Imagen N°25. Incinerador Shandong Tianlang Protección Ambiental.
Technology Co Ltd**



Imagen: Empresa de Venta de Incineradores

Cotización del incinerador de residuos

Lista de cotizaciones:

Tabla N° 7. Costo del Incinerador

DESCRIPCION DEL ARTICULO	MODELO	QTY	UNIDAD	PRECIO POR UNIDAD
Incinerador de residuos con dispositivos de tratamiento de gas.	TLFSO_500	1	CONJUNTO	USD 42 000.00

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla N°8, se puede observar el costo del incinerador

Tabla N° 8. Costos operativos del incinerador TLFS - 500

Consumo de energía:	4,69 kWh.
Consumo de gas:	32-41m ³ /h.
Consumo de diésel:	22-38 kg/h

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla N°9, se indican costos operadores del incinerador TLFSO – 500.

- Entrega: 40 días hábiles desde el momento en que recibimos el pago inicial.
- Puerto de embarque: puerto marítimo de Qingdao.
- Garantía: 12 meses desde que la máquina está completamente instalada.
- Condiciones de pago:
- El depósito del 50% por T / T.
- El saldo del 50% por T / T debe pagarse antes del envío.
- Período de validez: 7días.

3.4.1. Descripción general del equipo

Costos del incinerador de residuos

- Entrega: 40 días hábiles desde el momento en que recibimos el pago inicial.
- Puerto de embarque: puerto marítimo de Qingdao.
- Garantía: 12 meses desde que la máquina está completamente instalada.
- Condiciones de pago:
- El depósito del 50% por T / T.
- El saldo del 50% por T / T debe pagarse antes del envío.

Período de validez: 7días

El incinerador de residuos de la serie TLFS está equipado con dispositivos de depuración húmeda y dispositivos de eliminación de polvo ciclónico en la estructura del incinerador de residuos de la serie TLFS (estilo común).

Los residuos se queman en el horno, y el gas residual entra en la cámara de combustión secundaria se quema completamente bajo la combustión forzada del quemador, el polvo y los gases de combustión se queman inicialmente, luego entran en el depurador húmedo para la degradación por pulverización. Finalmente ingrese el dispositivo de eliminación de polvo ciclónico. En el dispositivo de eliminación de polvo, las dioxinas de metales pesados y las sustancias nocivas en los gases de combustión se adsorben principalmente, y luego las cenizas volantes recolectadas que

contienen dioxina se envían a la cámara de almacenamiento de ceniza para su solidificación y sellado, y se envían regularmente al vertedero. El gas de escape purificado es bombeado por el ventilador de tiro inducido a la chimenea para descargar el estándar.

3.4.2. La base del diseño

(1). La base de diseño de los equipos de incineración de residuos:

GB18484-2001 Agencia Nacional de Protección Ambiental (2002-01-01 implementación) HJ-T177-2005 "Especificaciones técnicas de construcción para la eliminación centralizada de incineración de residuos"

(2). normas de diseño y funcionamiento:

1. Capacidad de incineración: 500kg/time.
2. Valor calorífico medio: 1000kcal/kg
3. Método de alimentación: Alimentación manual
4. Método de ceniza: eliminar ceniza manual
5. Tipo de horno: horizontal

Modo de encendido: encendido automático

Proceso de tratamiento: cámara de combustión primaria + cámara de combustión secundaria + cámara de combustión mixta + depurador húmedo + colector ciclónico (dispositivo de eliminación de polvo) +chimenea

6.temperatura del horno: 650~1300°C

Presión del horno: usando un diseño de presión micro negativa (-50 ~100pa), sin contragolpe

(3). Indicadores de seguridad:

A. El quemador del incinerador está equipado con protección de seguridad.

Cuando el quemador no se enciende normalmente, el dispositivo de seguridad corta automáticamente el suministro de combustión.

B. La bahía proporciona un programa de enfriamiento de la cámara de combustión antes de que el incinerador deje de funcionar (apagado normal y apagado seguro del programa). Cuando la temperatura desciende al valor establecido, el proceso de enfriamiento finaliza y el incinerador deja de funcionar.

C. Este dispositivo está equipado con un dispositivo de protección contra fugas. Cuando la temperatura es de 40 ° C y la humedad relativa es del 85%, la resistencia de aislamiento del circuito es superior a 2 MΩ y puede soportar el voltaje experimental de

Frecuencia de alimentación de 1 min (50 Hz) y voltaje de 1500 V. La conexión es fiable y la conexión entre el armario de control y cada dispositivo está equipada con una manguera de metal.

3.4.3. La composición del dispositivo

- Cuerpo del horno: cámara de combustión primaria + cámara de combustión secundaria + cámara de combustión mixta
- *Dispositivo de depuración húmeda ciclónica
- *Dispositivo de eliminación de polvo
- *Ventilador
- *Ventilador de tiro inducido
- *Primer quemador de encendido
- Quemador de encendido secundario

- *Chimenea
- Sistema de control eléctrico de visualización de temperatura
- Bomba de reciclaje de agua
- 1300 grados Thermcouple

3.4.4. Características

1.Cuerpo del horno:

1) La cámara de combustión del cuerpo del horno adopta un horno de parrilla horizontal, que pertenece al incinerador de tercera generación, que está conectado con el sistema mejorado de guía y soplado de aire sin costura de la pared interna. El grado de mezcla es particularmente ideal, ahorrando combustible, sin contaminación secundaria y más que el horno general. Duradero y duradero.

2) El cuerpo del horno adopta el tipo refractario. Además de proteger el exterior del horno, se puede mantener en un estado de temperatura constante, y no habrá un fenómeno anormal de alta temperatura, lo que puede reducir la generación de NOx y evitar la contaminación secundaria (que no puede ser restringida por el horno de ladrillos refractarios general).

3) La temperatura del refractario de la camisa del cuerpo del horno es de aproximadamente 60-80 ° C, que es el propósito de reciclar la energía y la utilización integral, y tiene buenos beneficios económicos.

4) La cámara de combustión del cuerpo del horno está diseñada de acuerdo con el principio de incineración.

5) El cuerpo del horno adopta un sistema uniforme de guía de aire de pared interna modificada de alta presión sin soldadura. La boquilla de aire no es fácil de dañar en la chaqueta, y puede ser calentado en el aire del horno por el material refractario de la chaqueta a Ahorre combustible y velocidad de aire fuerte. 30-100M / S, la velocidad de combustión es 5-10 veces mayor que el aumento general, lo que puede hacer que los residuos tengan suficiente aire para lograr el efecto de combustión completo.

6) Una puerta de limpieza de polvo está dispuesta en la parte inferior del cuerpo del horno para facilitar la limpieza de la ceniza.

7) La temperatura del centro del horno se mantiene en alrededor de 850 ~ 1100 ° C para la incineración. La materia orgánica en los residuos puede oxidarse completamente y la eficiencia de incineración es del 99,99%. El gas estable producido tiene el efecto de quemarse completamente sin olor, olor y humo.

8) El horno tiene un gran volumen interno y la carga del horno es de 400.000 kcal/* (M3*H). Es suficiente para hacer frente a la mezcla de varios materiales de desecho poliméricos, y tiene una amplia gama de adaptabilidad y estabilidad.

2. Depurador húmedo:

Use agua o agua de cal (mejor efecto) para rociar el gas de combustión para eliminar partículas grandes de materia flotante e impurezas en el gas de combustión, lo que puede reducir la presión de trabajo del equipo posterior y prolongar la vida útil del dispositivo de eliminación de polvo. El agua producida por el depurador húmedo se puede reciclar para filtrar el agua una y otra vez. Así que no hay contaminación del agua.

3. Dispositivo de eliminación de polvo ciclónico:

Principio de funcionamiento: Después de incinerar los residuos, el gas genera polvo y entra en el dispositivo de eliminación de polvo Cyclone bajo la acción del ventilador de tiro inducido. El dispositivo de eliminación de polvo separa el polvo particulado del flujo de aire mediante el principio de caída centrífuga. La parte superior es cónica. Cuando el gas que contiene polvo entra desde la espiral de la tubería de admisión en la parte superior del cilindro, se encuentra con un viento en espiral inverso, y el polvo separado es del polvo. La parte superior del cilindro se descarga y las partículas de polvo caen en el colector de polvo. La función del sistema de recolección de polvo es recolectar las partículas de polvo en los gases de combustión generados por la basura de incineración, lo que es conveniente para la limpieza y garantiza la eficiencia de trabajo del equipo posterior.

4. Soplador de aire:

El soplador de aire adopta ventilador centrífugo de alta presión, que está especialmente diseñado y la producción de punto fijo para garantizar el gas de combustión en el sistema de purificación. Funcionamiento a presión media y negativa.

5. Ventilador de tiro inducido:

El ventilador de tiro inducido genera presión de aire basada en la rotación del impulsor centrífugo. Cuando el impulsor gira bajo el accionamiento del motor, el gas lleno entre los impulsores es expulsado del impulsor hacia la carcasa bajo la acción de la fuerza centrífuga. La salida de gas crea un vacío en el espacio de entrada del impulsor, por lo que el gas externo entra automáticamente en el espacio de entrada del impulsor y gana energía durante la rotación. Debido a que el motor sigue funcionando, el gas en el incinerador es aspirado y presionado continuamente para formar un sistema efectivo de flujo de purificación de gas.

6. Chimenea:

Está a 6 metros sobre el suelo y está fijado por una cuerda de viento.

7. Sistema de control eléctrico de visualización de temperatura:

Indicador de potencia del dispositivo incinerador, interruptor, instrumento de visualización de temperatura y presión; Sistema de control de potencia; Sistema de alarma de bajo nivel y sistema de control de enclavamiento; El dispositivo de protección contra sobrecarga protege el motor de sobrecargas.

8. Bomba de reciclaje de agua:

Se utiliza en el ciclo del agua lavado húmedo de la torre de lavado húmedo para eliminar partículas finas en el gas.

3.4.5. Tecnología de proceso

Antes de que el operador encienda el ventilador piloto para purgar el gas combustible residual antes de encender el horno, se pueden operar otros equipos de motor.

La basura se coloca en el horno, y después de la ignición, se inicia el soplador y los desechos se queman en el cuerpo del horno por su propio valor calorífico. La basura se quema completamente bajo la acción del aire de combustión a alta presión. La alta temperatura de 650-1300 ° C en el horno, los desechos se queman y descomponen por completo.

La cámara de combustión secundaria es en realidad un horno de combustión de gas, y el gas no quemado en el cuerpo del horno ingresa al horno de combustión secundaria y se quema completamente en un entorno de alta temperatura. De acuerdo con el diseño del principio de "tres T", la temperatura del horno se controla a ≥ 1300 ° C, y el tiempo de residencia en la zona de alta temperatura es de ≥ 2 segundos, de modo que las sustancias nocivas se descomponen por completo.

El gas de combustión de alta temperatura generado por la incineración ingresa al dispositivo de enfriamiento de agua, la temperatura será más baja, luego se movieron las partículas por el depurador húmedo, El dispositivo puede enfriar la temperatura y eliminar las partículas grandes de impurezas en el gas de combustión. Después de la pulverización, entra en el colector ciclónico para eliminar la gran cantidad restante de polvo en el gas de combustión, asegurando el polvo restante. El funcionamiento normal del equipo posterior, la eficiencia de eliminación de partículas grandes de polvo por encima de 100um es superior al 90%. Finalmente, el gas de combustión finalmente alcanza el efecto de "no tóxico, inofensivo e inodoro" y se descarga a través de la chimenea.

Estructura:

Imagen N°26. Proceso

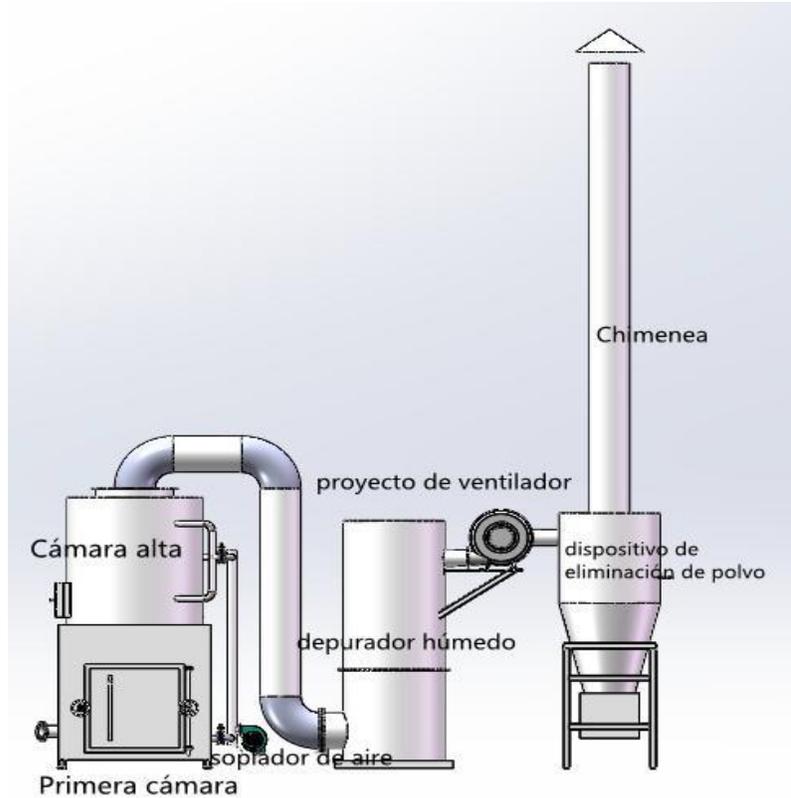


Imagen: Empresa de Venta de Incineradores

3.4.6. Datos técnicos

1. Cámara de combustión primaria:

Material: acero Q235 + material de aislamiento refractario
 Accesorio: Puerta de alimentación, puerta de fresno, sistema de suministro de aire, etc.

2. Cámara de combustión secundaria:

Material: acero Q235 + material de aislamiento refractario

3. Cámara de combustión mixta:

Material: acero Q235 + material de aislamiento refractario 100mm

Adjunto: puerta de fresno, etc.

4. Chimney:

Dimensiones: $\phi 425 \times 6000$ mm

Material: material anticorrosivo de acero Q235

5. Soplador de aire:

Especificaciones Modelo: DP-10

Energía: 1.1kw

Acoplado: motor, válvula reguladora, etc.

6. Primer quemador de encendido:

Marca: Marca Baiter

Modelo: BTL1

Energía: 0.22kw

Método de encendido: Encendido automático

7. Quemador de encendido secundario:

Marca: Marca Baiter

Modelo: BTL13

Energía: 0.37kw

Método de encendido: Encendido automático

8. Sistema de control eléctrico:

Incluyendo: armario de control, componentes eléctricos, pantalla digital, botones de control, indicadores, alarmas, etc.

Incluyendo: alambre y cable emparejados, termopar, tubería, etc.

9. Depurador húmedo:

Tipo: Tipo de chorro de alta presión.

Material: Q235

10. bomba de reciclaje de agua:

Energía: 1.1kw

11. Colector ciclónico (dispositivo de eliminación de polvo):

Tipo: Ciclónico Material: Q235

12. Ventilador de tiro inducido:

Tipo: Centrífuga de alta presión

Material de construcción: Q235, impulsor y fundición revestida de caucho de acero

Dulce Accionamiento: accionado por correa

Energía: 1.5kw

13. Accesorios

Cambie el equipo para conectar chimenea, perno y tuerca, pintura, cuerda de asbesto, etc.

Observaciones: En el proceso de diseño y producción real, el tamaño local puede cambiarse, pero no afecta el rendimiento y el efecto.

3.4.7. Gastos de funcionamiento**1. Consumo de energía:**

Consumo de energía real: 4.29kw / h

2. Consumo de combustible: uso de encendido.

El cliente debe elegir uno de ellos como combustible del quemador del incinerador:

Gasóleo / Gas natural / GLP.

Primer quemador de encendido:

El consumo de gas es de 10-15m³/h.

El consumo de aceite es de 7-14kg/h.

Segundo quemador de encendido:

El consumo de gas es de 22-26m³/h.

El consumo de aceite es de 15-24kg/h.

Observaciones: Las necesidades específicas dependen de la cantidad de ácido en los residuos, comisionamiento.

3. Labor: 1-2 persona / clase

3.4.8. Servicio postventa

Con el fin de garantizar la finalización sin problemas y el funcionamiento normal del proyecto, se garantizan todos los derechos e intereses legítimos de los usuarios. La empresa asume los siguientes compromisos con la calidad de fabricación y el servicio postventa de los productos suministrados:

1. Las materias primas y las partes compradas del equipo diseñado y fabricado por la empresa se comprarán estrictamente de acuerdo con las normas nacionales y estrictamente de acuerdo con el sistema de garantía de calidad ISO9001 en el proceso de producción para garantizar que la calidad de los productos cumpla con los requisitos de los indicadores de proceso.
2. Durante el proceso de producción, instalación y puesta en marcha, los equipos diseñados y fabricados por la empresa serán inspeccionados, instruidos y aceptados por las unidades pertinentes y su personal de confianza en cualquier momento. Nuestra empresa cooperará activamente para garantizar el rendimiento de los productos. Los indicadores están en línea con los requisitos de compra del cliente.
3. El período de garantía de calidad de los productos proporcionados por la empresa es de 12 meses, a partir de la fecha de aceptación de la prueba. Durante el período de garantía, debido a la falla del equipo en sí, la empresa será responsable de las reparaciones gratuitas y el mantenimiento de por vida.
4. La compañía será responsable de implementar capacitación gratuita y orientación de inducción para el personal designado del comprador y ayudar en las pruebas ambientales.

5. La empresa será responsable de proporcionar piezas y servicios a precios preferenciales después de la vida útil del equipo.
6. La empresa promete que después de recibir la información del problema de calidad de los comentarios de los usuarios, se proporcionará la solución razonable dentro de las 24 horas para garantizar el funcionamiento normal del equipo.
7. Nuestra empresa ha establecido archivos de servicio postventa para los productos y ha rastreado regularmente el funcionamiento del equipo, eliminando por completo las preocupaciones del comprador.
8. El vendedor proporciona al comprador el soporte técnico, proporciona al comprador la información relacionada con la instalación del equipo y guía la instalación y la depuración.
9. El cliente visitará nuestra fábrica cuando el incinerador esté listo para el envío (para la inspección previa al envío) el cliente llevará el boleto aéreo redondo, el hotel, llevaremos alimentos y transporte local, recogida y entrega en el puerto aéreo.

3.4.9. Norma de emisión

El sistema de combustión está diseñado para cumplir con los límites estándar de emisiones impuestos y requeridos por la NORMA EUROPEA # 2000/76 / Directriz

Imagen N°27. Límites de Emisión

TIPO	CANTIDAD	1/2 HORA PROMEDIO	PROMEDIO DIARIO
POLVO	mg/Nm ³	30	10
HCl	mg/Nm ³	50	10
SO ₂ +SO ₃ como SO ₂	mg/Nm ³	20 0	50
HF	mg/Nm ³	4	1
NOX como NO ₂	mg/Nm ³	40 0	25 0
CO	mg/Nm ³	10 0	50
T.O.C.	mg/Nm ³	20	10
TIPO	CANTIDAD	PROMEDIO DIARIO	
Hg	mg/Nm ³	0.001	
Cd + Tl	mg/Nm ³	0.05	
Pb+Cr+Cu+Sn+Mn+Sb+A s+Ni+V	mg/Nm ³	0.01	
Dioxine + Dibenzofurane (2,3,7,8 TCDD)	mg/Nm ³	0,1 (Valor promedio durante un período de muestreo de 8 horas.)	

Los resultados de las mediciones realizadas para verificar el cumplimiento de los valores límite de emisión se normalizan a las siguientes condiciones:

TEMPERATURA -273 K

PRESIÓN -101.3kPa ESTADO DE GAS MEDIDO-SECO

CONTENIDO DE OXÍGENO EN EL EFLUENTE GAS SECO - igual al 11% en volumen

Límites de las emisiones sonoras

El nivel de presión acústica a 1 metro del perímetro de la fuente lógica (es decir, todo alrededor del paquete del sistema de combustión y los sótanos de los sopladores) Con ventilaciones canalizadas 85 dB +/- 2 dB MA

CAPITULO IV
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Las conclusiones del trabajo son:

- El volumen de los residuos orgánicos que existen en el relleno sanitario actualmente colmató su capacidad creando capas de niveles de basura, con la determinación de datos de los métodos calculados el relleno sanitario de EMAT de Pampa Galana ciudad de Cercado completo el 100% de su capacidad volumétrica el año 2018.
- Todo el proceso que se realizó en laboratorio para determinar la cantidad de ceniza partiendo de la muestra con un peso de 500gr ha sido satisfactorio ya que se obtuvieron excelentes resultados de la reducción de esa masa convirtiéndola en ceniza su reducción de un 100% que pertenecía a los 500gr de residuos orgánicos su resultado de reducción fue de 32, 5715gr la pérdida de masa inicial que se tenía fue de 93,5% reduciéndose la masa total hasta un 6,5%.
- En función de los resultados obtenidos de laboratorio y posterior interpretación, se propone el aprovechamiento de la ceniza que se genera por la incineración porque se demostró que la ceniza es rica en calcio, el sodio es bajo generando un pH que es beneficioso para mezclar los suelos arcillosos como lo tiene el Valle Central de Tarija tomando en cuenta q no son nocivos en la agricultura
- El equipo de incineración cumple con todas nuestras expectativas ya que es un equipo que cuenta con combustión completa amigable con el medio ambiente, la materia orgánica en los residuos puede oxidarse completamente y la eficiencia de incineración es del 99,99%. El gas estable producido tiene el efecto de quemarse completamente sin olor, olor y humo. La empresa China donde se encontró el equipo brinda productos de alta de alta calidad la empresa se adhiere a la filosofía empresarial de “calidad, reputación, innovación y servicio”.

➤ La hipótesis del trabajo de investigación es verdadera ya que como se aprecia en los resultados del segundo objetivo específico se pudo observar la reducción de un 100% a un 6,5% en masa ya que si esta propuesta se hubiera aplicado al relleno sanitario de Pampa Galana años atrás pues este tendría una larga vida útil.

4.2. RECOMENDACIONES

➤ La empresa encargada del relleno sanitario EMAT debe facilitar brindar y cooperar información a estudiantes tesista ya que su único fin de ellos es dar alguna solución ante un problema que enfrenta en la actualidad.

➤ Se recomienda continuar con el trabajo de investigación y hacer análisis de otros parámetros importantes en la ceniza.

➤ Se recomienda buscar más alternativas de incineración para el aprovechamiento de los residuos orgánicos.

➤ Se recomienda que se haga un estudio de tesis técnica económica social y ambiental en la incorporación de plantas de incineración en un relleno sanitario.

➤ Recomiendo el incinerador TLFSP porque este protege al medio ambiente de las emisiones de gases, está equipado con un dispositivo de lavado húmedo y un dispositivo de eliminación de polvo sobre la base de un incinerador de doble cámara. El lavado húmedo se puede utilizar en el proceso de incineración de desechos. Reducir eficazmente las emisiones de gases de combustión y también este incinerador ayudara a que no haya afectación al paisaje y suelo.

➤ Recomiendo el incinerador de combustión completa ya que este nos brindara importantes beneficios en lo social, ya que este no desprenderá malos olores desaparecerá la proliferación de vectores y las familias aledañas al lugar mejorara su calidad de vida.

En lo económico este incinerador tendrá buenos resultados ya que las cenizas tienen alta concentración en calcio, será rentable ya que tiene un importante uso en la agricultura y se recomienda buscar nuevas alternativas de incineradores porque estos tienen costos elevados.