# UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

# EMISIÓN DE METANO EN LA INCIDENCIA DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS EN LA POBLACIÓN CIRCUNDANTE AL VERTEDERO MUNICIPAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DE PUCALLPA, UCAYALI - 2017

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**PRESENTADO POR:**

**KAREN IVETH DE LA CRUZ COELHO**

**PUCALLPA – PERÚ**

**2018**

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

## FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 79

En el laboratorio de anatomía de la madera de la Universidad Nacional de Ucayali, a las 11:10 am del día 21 de diciembre del 2018, se reunieron los miembros del jurado evaluador con memo múltiple N° 184-2018-UNU-FCFyA-CGT conformado por los siguientes docentes:

| | |
|---|---|
| Dr. Carlos Panduro Carbajal | **Presidente** |
| Dra. Julissa Katy Bautista Valencia | **Secretaria** |
| Dra. Isabel Estaban Robladillo | **Miembro** |

Para evaluar la sustentación de tesis denominada **"EMISIÓN DE METANO EN LA INCIDENCIA DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS EN LA POBLACIÓN CIRCUNDANTE AL VERTEDERO MUNICIPAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DE PUCALLPA, UCAYALI – 2017"**; presentado por la bachiller Karen Iveth de la Cruz Coelho.

Terminando la sustentación se procedió a realizar las preguntas por parte de los jurados evaluadores, los cuales fueron absueltos por la sustentante, por esta razón los jurados evaluadores **APRUEBAN** la tesis por **UNANIMIDAD**, con el calificativo de bueno, declarando al sustentante apto para optar el título profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**, siendo asesorado por el Dr. Limache Alonzo Aparicio. Siendo las 12:10 horas del mismo día, se dio por concluido el acto académico, firmando los miembros del jurado en señal de conformidad.

Dr. Carlos Panduro Carbajal
**Presidente**

Dra. Julissa Katy Bautista Valencia
**Secretaria**

Dra. Isabel Estaban Robladillo
**Miembro**

# ACTA DE APROBACIÓN

Esta tesis fue aprobada por el jurado evaluador de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Dr. Carlos Panduro Carbajal ---------- Presidente

Dra. Julissa Katy Bautista Valencia ---------- Secretaria

Dra. Isabel Estaban Robladillo ---------- Miembro

Dr. Limache Alonzo Aparicio ---------- Asesor

Bach. Karen Iveth de la Cruz Coelho ---------- Tesista

**REPOSITORIO DE TESIS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI**

**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS**

Yo, Karen Iveth de la Cruz Coelho
Autor de la TESIS titulada:
Emisión de metano en la incidencia de enfermedades respiratorias en la población circundante al vertedero municipal de residuos sólidos de Pucallpa, Ucayali - 2017

Sustentada el año: 2018
Con la asesoría de: Dr. Limache Alonzo Aparicio
En la Facultad de: Ciencias forestales y Ambientales
Escuela Profesional de: Ingeniería Ambiental

Autorizo la publicación de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali, bajo los siguiente términos: Primero: otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en forma digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones. Segundo: declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas. Tercero: autorizo la publicación,

- [ ] Total (significa que todo el contenido de la tesis en PDF será compartido en el repositorio).
- [x] Parcial (significa que solo la carátula, la dedicatoria y el resumen en PDF serán compartidos en el repositorio).

De mi TESIS de investigación en la página web del Repositorio Institucional de la UNU.
En señal de conformidad firma la presente autorización.

Fecha: 31 / 12 / 2018

Email: K_coelho@outlook.com
Firma:

Teléfono: 922424798
DNI: 70987149

## DEDICATORIA

*A Dios:*

*Quien siempre está guiando y protegiendo mi vida, por mostrarme caminos difíciles para demostrar de lo que soy capaz.*

*A mis padres:*

*María y Luis, por darme la vida, por enseñarme que con trabajo y dedicación se logra todo.*

## AGRADECIMIENTOS

A Dios, por guiarme, por protegerme y por brindarme lo mejor en esta vida mi familia; así como mostrarme caminos difíciles que con su bendición y amor pude salir adelante fortaleciéndome en cada momento.

A la Universidad Nacional de Ucayali (UNU), por el financiamiento en la presente investigación, así como a mis docentes por la formación brindada.

Al Dr. Limache Alonzo Aparicio por constante motivación y asesoramiento durante toda la investigación.

A mis padres María Elva y Luis, amigos Mitsy Aquino, Darwin Ruiz, entre otros que brindaron soporte para evaluaciones y el desarrollo logístico de la presente investigación así como a mis compañeros que estuvieron en mi carrera universitaria.

A los pobladores del Caserío Nueva Unión y personal que labora en el vertedero municipal de residuos sólidos de Pucallpa quienes participaron en el presente proyecto.

# ÍNDICE

Acta de sustentación de tesis ..... ii
Acta de aprobación ..... iii
Autorizacón de publicación de tesis ..... iv
Dedicatoria ..... v
Agradecimientos ..... vi
Índice de tablas ..... ix
Índice de figuras ..... x
Índice de gráficos ..... xii
Resumen ..... xii
Abstract ..... xiii
INTRODUCCIÓN ..... xiv
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ..... 16
1.1. Formulación del problema ..... 17
1.2. Objetivos de la investigación. ..... 18
1.3. Variable ..... 18
1.4. Operacionalización de variables ..... 19
1.5. Justificación e importancia ..... 20
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO ..... 21
2.1. Antecedentes ..... 21
2.1.1. A nivel internacional ..... 21
2.1.2. A nivel nacional ..... 21
2.1.3. A nivel local ..... 22
2.2. Bases teóricas ..... 22
2.2.1. Emisión de metano ..... 22
2.2.2. Enfermedades respiratorias ..... 27
2.3. Definición de términos básicos ..... 31
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA ..... 33
3.1. Método de la investigación ..... 33
3.2. Población y muestra ..... 33
3.2.1 Población ..... 33
3.2.2. Muestra ..... 33

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....34
3.3.1. Estimación del volumen de gas metano.....34
3.4. Procedimiento para la recolección de datos. .....37
3.5. Tratamiento de datos.....37
CAPÍTULO IV: RESULTADO Y DISCUSIÓN.....38
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....45
5.1. Conclusiones.....45
5.2. Recomendaciones.....46
BIBLIOGRAFÍA.....47
ANEXOS .....54

# ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables independientes y dependientes Clasificación de los residuos 19

Tabla 2. Clasificación de los residuos sólidos 24

Tabla 3. Coordenadas de los monitoreos en la entrada del botadero 35

Tabla 4. Formato utilizado para monitoreo de la emisión de metano 35

Tabla 5. Coordenadas de los puntos monitoreados en el botadero 36

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Lixiviados de los residuos sólidos 25

Figura 2. Residuos sólidos en el área de investigación 27

Figura 3. Camiones recolectores de residuos sólidos 30

Figura 4. Equipo de monitoreo marca AEROQUAL 36

Figura 5. Obtención de coordenadas UTM 54

Figura 6. Desarrollo de encuestas sobre la incidencia de enfermedades respiratorias 54

Figura 7. Desarrollo de encuesta sobre la incidencia de enfermedades respiratorias 55

Figura 8. Vivienda cercana a los residuos sólidos 55

Figura 9. Vivienda ubicada al frontis de los residuos 55

Figura 10. Población más vulnerable a enfermedades según el sexo 56

Figura 11. Población más vulnerable a enfermedades según el edad 56

Figura 12. Tiempo que la población se encuentra expuesta al $CH_4$ en años 56

Figura 13. Tiempo que la población se encuentra expuesta al $CH_4$ en horas 57

Figura 14. Año en que la población se enfermó 57

Figura 15. Las veces en que se enfermó la población en el año 57

Figura 16. Sitios donde fueron atendidos 57

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Base de datos del sistema ambiental 22

Gráfico 2. Emisión de metano en el vertedero municipal de residuos sólidos de Pucallpa, 2017 38

Gráfico 3. Área de influencia de la emisión de metano 40

Gráfico 4. Emisión de metano en zona vulnerable 42

Gráfico 5. Enfermedades visualizadas en el ámbito del vertedero 44

## RESUMEN

La investigación se desarrolló en el vertedero municipal de residuos sólidos de Pucallpa, ubicado en el km. 22 de la carretera de Federico Basadre, Provincia de Coronel Portillo, Región de Ucayali, la cual se inició en febrero del 2017, culminando a fines de mayo del 2017; cuyo objetivo es determinar la emisión de metano e incidencia en las enfermedades respiratorias de la población circundante al vertedero municipal de residuos sólidos de Pucallpa.

Para ello los métodos aplicados fueron el monitoreo de la emisión de metano en 12 puntos por 114 días usando el equipo medidor de gases AEROQUAL (equipo de medición a tiempo real). Acto seguido se desarrolló una encuesta *in situ* a 113 personas con la finalidad de conocer la incidencia en las enfermedades respiratorias. Como resultado, el volumen de metano registrado fue: 3634 ppm que sobrepasa el volumen promedio mínimo permisible. La encuesta indica que el 70% de la población padeció enfermedades asociadas con la respiración como son asma, dificultad para respirar (disnea), gripe, tos e intoxicaciones. El 30% afronta otras enfermedades de los cuales destacan los cólicos y el dengue.

Demostrando la incidencia que tiene la emisión de metano en la población circundante al vertedero municipal de residuos sólidos de Pucallpa, en la que señalan que la emisión de metano producto de la descomposición de los residuos sólidos es un contaminante que afecta severamente la salud además de mencionar que presentan diversos síntomas a diario como dolor de estómago, dolor de cabeza, entre otros.



Palabras clave: Emisión de metano, vertedero, enfermedades respiratorias.

## ABSTRACT

The investigation was developed in the municipal solid waste dump of Pucallpa, located at km. 22 of the Federico Basadre road, Province of Coronel Portillo, Ucayali Region, which began in February 2017, culminating at the end of May 2017; whose objective is to determine the emission of methane and incidence in respiratory diseases of the population surrounding the municipal waste dump of Pucallpa.

For this, the methods applied were the monitoring of methane emission in 12 points for 114 days using the AEROQUAL gas measuring equipment (real-time measurement equipment). Immediately after, an on-site survey was carried out to 113 people with the purpose of knowing the incidence in respiratory diseases. As a result, the registered methane volume was: 3634 ppm that exceeds the minimum allowable average volume. The survey indicates that 70% of the population suffered diseases associated with breathing such as asthma, difficulty breathing (dyspnea), flu, cough and poisoning. 30% face other diseases, of which colics and dengue stand out.

Demonstrating the impact that methane emission has on the population surrounding the Pucallpa municipal solid waste landfill, in which they point out that the emission of methane from the decomposition of solid waste is a contaminant that severely affects health as well as mentioning They present various symptoms on a daily basis such as stomach pain, headache, among others.



**Keywords:** Methane emission, landfill, respiratory diseases.

# INTRODUCCIÓN

A partir de la revolución industrial, la actividad humana ha exacerbado el calentamiento global a través de la acumulación acelerada por gases de efecto invernadero en la atmósfera, especialmente dióxido de carbono y metano. De acuerdo a González (2013) el metano es uno de los gases que provocan el efecto invernadero, su potencial de calentamiento global es mucho más alto que el del dióxido de carbono ya que cada kilogramo de metano calienta el planeta veintitrés veces más que la misma masa de dióxido de carbono; su tiempo de permanencia en la atmósfera es de 9 a 15 años.

Según la FAO (s.f) desde el siglo XIX, las concentraciones de metano en la atmósfera se ha duplicado; una fuente importante de metano son los rellenos sanitarios y los vertederos (botadero), donde las altas concentraciones de material orgánico en condiciones anaerobias provocan la liberación de este gas. Jaramillo y Zapata (2008) menciona que el gas metano se forma por la descomposición de la materia orgánica, actividad que tiene lugar durante toda la vida en los vertederos municipales.

Por otra parte, Ramírez y Torres (2017) señalan que la inhalación prolongada de gas metano puede provocar asfixia al reducir el contenido de oxígeno en el aire, dando lugar a la pérdida de conocimiento e incluso la muerte. Ospina (s.f) refiere que más de la mitad de las defunciones de niños menores de cinco años causadas por infección aguda de las vías respiratorias inferiores se deben a la inhalación de partículas del aire contaminado.

Actualmente uno de los mayores problemas en el ambiente es la contaminación atmosférica al provocar entre otros fenómenos, los gases de efecto invernadero y daños a la salud humana. Los vertederos de residuos sólidos emiten diversos gases contaminantes a la atmósfera, fundamentalmente metano y las mediciones de estas emisiones resultan

costosas además varían mucho teniendo en cuenta las condiciones climáticas y relieve del sitio.

La evaluación de metano emitido en el vertedero resulta complicada de medir siendo necesario emplear instrumentos tecnológicos sofisticados y así estimarlas. Al mismo tiempo es importante determinar los efectos de este gas en la salud de los moradores que ocupan espacios cercanos al vertedero. Dicho conocimiento servirá a futuro para sugerir acciones de enmienda y/o para iniciar el desarrollo de programas de reciclaje de los residuos sólidos.

La investigación consta de cinco capítulos, estructurada de la siguiente manera:

Capítulo I: Planteamiento del problema, donde se describe la situación problemática, se formula el problema y los objetivos de investigación.

Capítulo II: Marco teórico, donde se presentan el enfoque de la contaminación por residuos sólidos y efectos a la salud.

Capítulo III: Metodología, donde se presenta el método y proceso de recolección y análisis de información.

Capítulo IV: Resultados y discusión, donde se muestra y analiza el procesamiento de los datos obtenidos y las resultantes de los análisis.

Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones, donde se precisan los aportes del estudio.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El cambio climático global es una de las amenazas con las que se enfrentan los países a nivel mundial. Los principales gases que integran la categoría de gas con efecto invernadero son el dióxido de carbono, metano, óxido nitroso y los llamados clorofluorocarbonados. El metano es un potente gas con efecto invernadero, ya que su potencial de absorción de radiación es aproximadamente 21 veces superior al del dióxido de carbono. (Moss, et al., 2000).

La municipalidad provincial de Coronel Portillo cuenta con vertedero de residuos sólidos (área operativa de 14 hectáreas); el cual recibe aproximadamente 338 toneladas de estos por día. Además, en la zona existen moradores y personas que se dedican a la recolección, los cuales inhalan estos gases emitidos por la descomposición de materia.

Los desechos orgánicos de origen vegetal y animal se pueden transformar, por acción microbiana, en una mezcla de gases denominada biogás. El biogás se compone de metano y otros compuestos como dióxido de carbono, amoníaco, nitrógeno y sulfuro de hidrógeno. (Bidlingmaier, 2006; Soria, et al., 2001).

Las bacterias metanogénicas constituyen el último eslabón de la cadena de microorganismos encargados de digerir la materia orgánica y devolver al medio los elementos básicos para reiniciar el ciclo, ya que estas bacterias tienen la capacidad de convertir el ácido acético en metano y dióxido de carbono (Weiss, et al., 2009; Hilbert (1998); Antoni, Zverlov, y Schwarz, (2007)). Román (2014), señala que la inhalación prolongada de gas metano provoca asfixia al reducir el contenido de oxígeno en el aire, dando lugar a la pérdida de conocimiento e incluso la muerte.

Un reporte del noticiero Andina (2016) dice que la OEFA verificó que la basura no recibe ningún tipo de tratamiento antes de ser dispuesta en el botadero y que existen recicladores que manipulan los residuos sin contar con equipos de protección adecuados. Esta situación genera una contaminación lo cual pone en grave riesgo la salud de los ciudadanos especialmente para quienes viven en los

caseríos La Victoria y Nueva Unión que se encuentra dentro del radio de acción de este botadero.

De acuerdo con la Organización mundial de la salud (OMS, s.f.), hay unos 235 millones de personas que padecen asma, 64 millones que sufren enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), y muchos millones de personas más que sufren rinitis alérgica y otras ERC que a menudo no llegan a diagnosticarse.

Las infecciones respiratorias son responsables de más de 4 millones de muertes cada año y son la causa principal de muerte en los países en vías de desarrollo. Algunas de estas muertes se pueden prevenir con atención médica adecuada, una proporción mucho mayor a ellas se produce en los países de bajos ingresos. Siendo la neumonía una infección respiratoria grave más frecuente (Sociedad Europea de Enfermedades Respiratorias [SEER], 2013).

A experiencia, durante la investigación se observó como la descomposición de los residuos sólidos genera emisión de gases, percibidos por las vías respiratorias. Siendo este parte de los gases de efecto invernadero, son dañinos para la salud, a manera personal causando asfixia y posiblemente en algunos casos muerte. El análisis de incidencia de la emisión de metano en las enfermedades respiratorias busca determinar el radio de acción del metano emitido, así determinar la población más vulnerable que podrían ser las personas que trabajan y conviven de cerca de la problemática siendo afectados por los impactos nocivos.

## 1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

### 1.1.1. Problema general:

¿Cuánto es la emisión de metano y la incidencia en las enfermedades respiratorias en la población circundante al vertedero municipal de residuos sólidos de Pucallpa?

### 1.1.2. Problema específico:

- ¿Cuál es el radio de acción del metano emitido del vertedero municipal de Pucallpa?

- ¿Cuál es el radio vulnerable por la emisión del metano en el vertedero municipal de Pucallpa?
- ¿Cuál es la incidencia de la enfermedad respiratoria por emisión de metano en los radios vulnerables?

## 1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

**General:**

Determinar la emisión de metano e incidencia en las enfermedades respiratorias de la población circundante al vertedero municipal de residuos sólidos de Pucallpa.

**Específicos:**

- Determinar el radio de acción del metano emitido del vertedero municipal de residuos sólidos de Pucallpa.
- Determinar el radio vulnerable por la emisión de metano en el vertedero municipal de Pucallpa.
- Determinar la incidencia de las enfermedades respiratorias por emisión de metano en los radios vulnerables.

## 1.3. VARIABLE

Emisión de metano en la incidencia de enfermedades respiratorias.

## 1.4. OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE

**Tabla 1.** *Operacionalización de la variable*

| VARIABLE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | INDICADOR |
|---|---|---|---|
| Emisión de metano en la incidencia de enfermedades respiratorias. Enfermedades respiratorias. | Gas natural, incoloro e inodoro que se produce debido a la descomposición o la digestión de materia orgánica (López, 2011), el cual al ser inhalado llega a producir enfermedades que afectan a las vías respiratorias (Mena, 2017). | Gas natural que produce más calor y luz, y su combustión es más limpia, que otros combustibles hidrocarburos, o fósiles. Así mismo ocasiona enfermedades respiratorias que producen infecciones agudas como la neumonía y la bronquitis; enfermedades crónicas como el asma y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica. | Ppm<br>mg/m3<br>N° de enfermedades respiratorias |

Fuente: Elaboración Propia

## 1.5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El manejo inadecuado de los residuos sólidos genera una problemática ambiental en el vertedero municipal de residuos sólidos de Pucallpa que rompe con el equilibrio ecológico y dinámico del ambiente, salud pública.

Esta problemática ambiental se puede ver reflejada en la calidad del ambiente y de las personas circundantes. Por eso es de gran importancia analizar la incidencia de la emisión de metano lo cual contribuirá a la gestión ambiental.

El análisis de la incidencia de la emisión de metano en las enfermedades respiratorias busca determinar el radio de acción del metano emitido, así determinar la población más vulnerable que podrían ser las personas que trabajan y conviven de cerca de la problemática siendo afectados por los impactos nocivos.

Por tanto el proyecto de Tesis: Emisión de metano y la incidencia de enfermedades respiratorias en la población circundante al vertedero municipal de residuos sólidos de Pucallpa, es necesario porque pretende determinar el radio de acción, enfermedades respiratorias y cuantificar la población más vulnerable a la emisión del metano.

Todo esto con el fin de generar una fuente informativa a quienes estén interesados y busquen reducir la emisión del metano que son generados a través de estos residuos del vertedero (botadero) municipal; teniendo el resultado de contribuir con la gestión ambiental.

# CAPÍTULO II

# MARCO TEÓRICO

## 2.1. ANTECEDENTES

### 2.1.1. A nivel internacional

Bonilla y Lemus (2012) realizó un estudio “Emisión de metano entérico por rumiantes y su contribución al calentamiento global y al cambio climático”, quien señala que la emisión de metano contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero, por lo que se ha aumentado el número de investigaciones a fin de reducir la metalogénesis.

Gómez et al. (2008) realizó un estudio sobre “Descripción de la calidad del aire en el área de influencia del botadero de Navarro, Cali, Colombia”, quien indica al metano como fuente principal de emisión y son dispersados por acción del viento. El metano presenta gradientes de concentraciones altas en esta zona.

Romero et al. (2006) realizó un estudio de “La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud”, menciona que la contaminación del aire es actualmente uno de los problemas ambientales más severos a nivel mundial. Cada año, cientos de millones de personas sufren de enfermedades respiratorias

### 2.1.2. A nivel nacional

Moscoso et al. (2017) realizó un estudio “Producción de metano en vacunos al pastoreo suplementados con ensilado, concentrado y taninos en el Altiplano Peruano en época seca”, quien señala que el metano es un gas de efecto invernadero cuyo potencial de absorción de radiación solar es cerca de 25 veces superior al dióxido de carbono. La producción de metano ha recibido bastante atención por la comunidad científica por ser un gas de efecto invernadero.

Al respecto las enfermedades respiratorias están asociadas con las contaminación del aire externo e interno (Vargas, 2005). En el año

2015 en la región de Puno, las infecciones respiratorias agudas fueron la primera causa de consulta y en el año 2016 en menores de 5 años se ha presentado 842 casos de neumonía y 17 defunciones (Abarca et al., 2018).

### 2.1.3. A nivel local

Aliaga (2015), señala que el valor límite de exposición (VLE) del metano en el vertedero municipal de residuos sólidos es 1000 ppm, no fue superado durante los 31 días de prueba del sistema ambiental de riesgo, siendo el mayor valor registrado de 906 ppm y el mínimo de 204 ppm. Mostrando en la gráfico 1 la concentración de metano en un monitoreo realizado el año 2015.

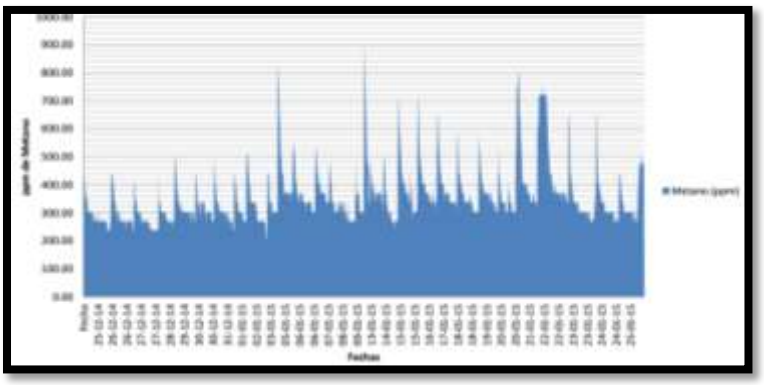

***Gráfico 1.*** Base de datos del sistema ambiental.

## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1. Emisión de metano

- **Reacción química de formación del metano**

  Rius (s.f), menciona que el metano es uno de los componentes del gas natural. La reacción entre el metano y el oxígeno presente en el aire se denomina reacción de combustión. La ecuación que representa la combustión del metano es la siguiente:

  1.- Oxidación

  $$CH_4 + 2O_2 \xrightarrow{\text{llama}} CO_2 + 2H_2O + \text{calor (213 kcal/mol) combustión}$$

  $$6CH_4 + O_2 \xrightarrow{1500°C} 2HC = CH + 2CO + 10H_2$$

Acetileno

$$CH_4 + H_2O \xrightarrow[Ni]{850°C} CO + 3H_2$$

2. – Halogenación

$$CH_4 \xrightarrow{X_2} CH_3X \xrightarrow[+\ HX]{X_2} CH_2X_2 \xrightarrow[+\ HX]{X_2} CHX_3 \xrightarrow[+\ HX]{X_2} CX_4$$

Se requiere calor o luz

- **Residuos sólidos**

Se definen como aquellos que habitualmente se pronuncian “basura”, (Feuerman, 2002). Pueden ser urbanos, domésticos (restos de comida, papeles, vidrios, plásticos, etc.), de jardín, industriales o comerciales. Chung (2009), indica que los residuos cuya descomposición es rápida, se les conoce como residuos putrefactibles; estos se manifiesta en el ambiente con la generación de malos olores y la aparición de moscas las cuales son portadoras de enfermedades.

Filigrana et al. (2011) menciona que anteriormente se definían a los residuos sólidos como aquellos que provienen de las actividades animales y humanas. Estos normalmente son sólidos que son desechados como inútiles o superfluos. Sin embargo, pueden tener un determinado valor o pueden ser reciclados.

Usualmente los valores de composición de residuos sólidos municipales o domésticos se describen en términos de porcentaje en masa. También se expresa en base húmedad y contenido de materia orgánica como: papeles y cartones, escombros, plásticos, textiles, metales, vidrios, huesos, etc.

Conocer la composición de los residuos sólidos sirve para una serie de fines, de ellos destaca estudios de factibilidad de reciclaje, factibilidad de tratamiento, investigación, identificación de residuos, estudio de políticas de gestión de manejo. Los

factores de la composición de los residuos son similares a los que definen el nivel de generación de esta. Ver detalles en tabla 2.

**Tabla 2**. *Clasificación de los residuos sólidos*

| Fuente | Instalaciones o actividades que los generan | Tipos de residuos sólidos |
|---|---|---|
| **Doméstica** | Viviendas aisladas y bloques de baja, mediana y elevada altura, unifamiliares, multifamiliares etc. | Residuos de comida, papel, cartón, plásticos, textiles, cuero, residuos de jardín, madera, vidrio, latas de hojalata etc. |
| **Comercial** | Tiendas, restaurantes, mercados, edificios de oficinas, hoteles, moteles, imprentas etc. | Papel, cartón, plásticos, madera, residuos de comida, vidrio, metales, residuos peligrosos, etc. |
| **Institucional** | Escuelas, Hospitales, Cárceles, Entidades Públicas, Iglesias etc. | Similar al comercial |
| **Construcción y Demolición** | Lugares nuevos de construcción, reparación de obras civiles, demolición de estructuras etc. | Ladrillos, madera, cerámica sanitaria, hormigón, suciedad, vidrios rotos etc. |
| **Industriales** | Fabricación pesada y ligera, refinerías, plantas químicas etc. | Residuos de procesos industriales, chatarra, madera no útil, viruta, vidrio, goma, rechazos de papel y fibra, metales, residuos especiales, residuos peligrosos etc. |
| **Residuos Industriales Asimilables A** | Pequeños talleres, pequeñas empresas etc. | Similar a los industriales, pero en menor cantidad |

Fuente: GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS, Tesis de G. Tchobanogolus 2002.

- **Manejo de residuos sólidos**

  Son muchas las enfermedades causadas que se producen por la acumulación de basura. Chung (2003) menciona que la sociedad ha dado una solución al problema, consistiendo en arrojarlos fuera de la ciudad o enterrarlos, en la mayoría de casos sin ningún criterio técnico. Por otro lado el crecimiento poblacional ha originado también un crecimiento alarmante en la generación de los residuos sólidos.



***Figura 1.*** Lixiviados de los residuos sólidos.

  A todo esto es necesario analizar la incidencia de la emisión de metano en las enfermedades respiratorias de la población circundante al vertedero (botadero) Municipal de Pucallpa de esta manera generar un patrón que pueda ser utilizado en determinar el radio de acción del metano, las enfermedades respiratorias, así mismo generar la cuantificación de la población más vulnerable a esta emisión.

- **Efectos de los residuos sólidos según niveles de exposición**

  La contaminación del aire es una amenaza aguda, acumulativa y crónica para la salud humana y otros aspectos del bienestar humano y el ambiente. Puede provocar o agravar afecciones respiratorias y cardiacas, además de ser dañina aceleran enfermedades pulmonares o cardiacas crónicas, mujeres

embarazadas, ancianos y niños, para los trabajadores expuestos (Martínez, et al., 2007). Este problema también se ve a nivel internacional, más aún si se tiene en cuenta que el desarrollo industrial genera residuos altamente peligrosos, los cuales contaminan ríos, tierras, atmósfera, etc.

Según Chung (2003) en Lima, se generan 4,800 t/día de basura y 2,500 van a rellenos sanitarios.

Se puede resumir el origen del problema de los residuos sólidos en los siguientes puntos:

1. Crecimiento absoluto de la población mundial.
2. Tendencia a la concentración de la población en las ciudades.
3. Generalización en el uso de envases para todo tipo de productos.
4. Temprana obsolescencia de diversos equipos, aparatos y artículos.

- **Estrategias en la emisión de metano**

Román (2014) menciona que el control de las emisiones de metano forma parte de la estrategia europea de lucha contra los efectos del cambio climático, dado que es el segundo componente responsable del calentamiento global, tras el dióxido de carbono; sustancia extremadamente inflamable y al contacto con el aire resulta explosivo, llegando a producir incendios si existen focos de calentamiento. (Methane to markets partnership [MMP], 2008) menciona que el metano es el segundo lugar en gases de efecto invernadero. Es 23 veces más eficaz para atrapar el calor dentro de la atmósfera que el dióxido de carbono.

- **Efectos de la contaminación atmosférica**

Según la (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2016), el 25 de marzo de 2014 en Ginebra, informa de que en 2012 unos 7

millones de personas murieron, una de cada ocho del total de muertes en el mundo como consecuencia de la exposición a la contaminación atmosférica.

### 2.2.2. Enfermedades respiratorias

- **Enfermedades por contaminación atmosférica**

  Castañeda (2013) considera que la contaminación del aire afecta más a países industrializados pero el 80% de las muertes en el mundo, por esta contaminación, se producen en países donde existe la pobreza. La neumonía o pulmonía es una enfermedad del sistema respiratorio que inflama los espacios alveolares de los pulmones. La bronquitis es una inflamación de las vías aéreas bajas.

- **Daños a la salud por mala disposición de residuos**

  La contaminación producida por las grandes acumulaciones de basura en el vertedero (botadero) municipal de Pucallpa producen molestias a las personas circundantes. Escalona (2014) menciona que hoy en día el problema de la contaminación ambiental figura entre las principales preocupaciones debido a los efectos en la salud. La incidencia de la emisión de metano en las enfermedades respiratorias es uno de los problemas serios que afronta la población de Pucallpa.



***Figura 2.*** Residuos sólidos en el área de investigación.

- **Enfermedades provocadas por el ambiente**

  En Estados Unidos, unos 50 millones de habitantes una de cada cinco personas sufren de alergias. Estornudan, les gotea la nariz y le pican o lloran los ojos debido al polen, el polvo y otras sustancias. Algunos sufren ataques repentinos que los dejan sin aliento y respirando con dificultad (Drive, 2016). Otras pueden ser provocadas por contaminantes u otras sustancias químicas en el aire y en el hogar.

- **Enfermedades respiratorias por contaminación ambiental**

  De acuerdo a Elías (2011) la Dirección general de salud ambiental (DIGESA), un estudio realizado, detectó la presencia de contaminantes atmosféricos en el aire de Lima Metropolitana lo que podría generar en los escolares ubicados por esas zonas, afrontan serios problemas en su salud.

- **Enfermedades por basura acumulada**

  Las enfermedades respiratorias se adquieren sobre todo luego de respirar el aire contaminado con virus y bacterias que se depositan en las paredes de los pulmones. Se irritan los ojos y las fosas nasales y se disparan los casos de asma y bronquitis (Gutiérrez, 2010).

- **Inhalación de gases tóxicos**

  Veiga et al. (2015) considera que el aparato respiratorio puede afectarse tras la exposición a diversas sustancias químicas. Además, el tóxico puede ocasionar trastornos en otros órganos, como el sistema nervioso central, el corazón, el riñón o la medula ósea. Oyarzun (2010) menciona que los efectos dependen de la concentración y la duración de la exposición y de la susceptibilidad de las personas expuestas.

  La dosis efectivamente recibida es dependiente de la ventilación minuto, según la siguiente fórmula:

Dosis efectiva = [Concentración] · [Tiempo de exposición] · [Ventilación minuto]

- **Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)**

  La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017) indica que los pacientes sufren frecuentes exacerbaciones, es decir, episodios más intensos de disnea, tos y expectoración, que pueden durar de días a semanas. Estos episodios pueden ser muy incapacitantes, requieren atención médica de urgencia (incluso hospitalización) y, en ocasiones, pueden ser mortales.

- **Infecciones respiratorias agudas**

  Las infecciones respiratorias agudas cada año afectan principalmente a recién nacidos, preescolares, escolares, jóvenes y adultos. En Venezuela, durante los años 1995 a 2006, la morbilidad por neumonía para mayores de 5 años fue de 833 x 105 para 2005 con letalidad de 1,1 %. La influenza y neumonía se posicionan entre los primeros puestos de muerte para todas las edades (Giuffrida, 2011).

  El problema inquietante relacionado con el manejo inadecuado de los desechos es su disposición (Galindo, 2009). Escasamente se cumplen con sitios de disposición controlados para los residuos. Estos pueden desarrollar impactos ambientales, como contaminación del aire, del agua, del suelo y a las poblaciones aledañas, provocando efectos adversos al ambiente y a la salud.

  Las infecciones respiratorias agudas están conformadas por un conjunto de enfermedades del aparato respiratorio. La bronconeumonía, la epiglotis, la laringitis, la bronquitis y la traqueítis, son las causantes del mayor número de muertes; se transmiten por vía aérea en las gotitas de saliva (Gómez, 2007).

- **Mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero**

  Para reducir las emisiones de metano las principales estrategias son: prevenir las emisiones de los vertederos de basura en las ciudades y limitar las emisiones del estiércol en las granjas (Sanz, 2012). En cuanto a los beneficios para la salud, la prevención de muertes por enfermedades respiratorias podría evitarse, cada año, entre 700.000 y 4,7 millones de muertes prematuras.

- **Política nacional de salud ambiental 2011 - 2020**

  La dirección general de salud ambiental (DIGESA, 2011) señala que la contaminación del aire afecta la salud. Según el análisis ambiental de país realizado por el Banco Mundial en coordinación con el CONAM, se calcula que en el Perú la contaminación del aire es responsable de 3,900 fallecimientos prematuros y de 3,800 nuevos casos de bronquitis crónica al año.




***Figura 3.*** Camiones recolectores de residuos sólidos.

## 2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

1. **Degradación**

   Proceso de descomposición de la materia, por medios físicos, químicos o biológicos (Garza, 2016).

2. **Residuo del ámbito de gestión municipal**

   Son los residuos de origen domiciliario, comercial y de aquellas actividades que generen residuos similares a éstos (OEFA, 2014).

3. **Residuo del ámbito de gestión no municipal**

   Son aquellos residuos generados en los procesos o actividades no comprendidos en el ámbito de gestión municipal (OEFA, 2014).

4. **Incidencia**

   Es el número de casos nuevos de una enfermedad en una población determinada y en un periodo determinado (Ibáñez, 2012).

5. **Metano**

   Es el hidrocarburo alcano más sencillo, cuya fórmula química es $CH_4$, (como se citó en Slideshare, 2014). Es un gas bastante potente que favorece el calentamiento global, y es que cada kilogramo de este calienta en 100 años el planeta 23 veces más que la misma masa de dióxido de carbono (Torres , s.f.).

6. **Lixiviados**

   Cualquier actividad antropogénica conlleva la generación de residuos sólidos “basura”-, los cuales si no son reincorporados a los procesos productivos, generalmente terminan en lugares conocidos como sitios de disposición final (Najera, s.f.).

## 7. Enfermedades respiratorias

Son enfermedades que comprometen al pulmón y/o a las vías respiratorias. Dentro de ellas se encuentra el asma, la enfermedad pulmonar obstructiva, la rinitis alérgica, las enfermedades pulmonares de origen laboral y la hipertensión pulmonar (Ministerio de Salud [MINSA], s.f.).

## 8. Exacerbación

Es agravar o avivar una enfermedad. Depende unas veces del curso propio de la afección y otras obedece a verdaderas complicaciones (Cruz, 2014).

# CAPÍTULO III

# METODOLOGÍA

## 3.1. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

El método empleado fue el inductivo, porque se obtuvo conclusiones generales a partir de premisas particulares. Se trató del método científico más usual, en el que pueden distinguirse cuatro pasos esenciales: la observación de los hechos para su registro; la clasificación y el estudio de estos hechos; la derivación inductiva que parte de los hechos y permite llegar a una generalización; y la contrastación.

La investigación fue de tipo no experimental, a través de esta metodología se realizó la descripción, registro, análisis e interpretación del problema; originado por la emisión de metano en la incidencia de enfermedades respiratorias de la población circundante al vertedero (botadero) Municipal de Pucallpa.

## 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

### 3.2.1 Población

La población se representó por 160 familias que acude al radio de acción del vertedero (botadero) Municipal de Pucallpa (80 individuos pertenecen al Caserío Nueva Unión y 80 individuos son recolectores de residuos (recicladores) que han encontrado un medio de ocupación en el lugar).

### 3.2.2. Muestra

Para determinar la incidencia de enfermedades respiratorias, se ha tomado como muestra a 113 personas quienes fueron encuestados sobre incidencia de enfermedades respiratorias entre niños, adolescentes, adultos y adultos mayores del total de pobladores circundantes al vertedero (botadero) municipal de Pucallpa, muestra que ha sido determinada utilizando la formula estadística recomendada por (Aguilar, 2005).

$$n = \frac{k^2 * p * q * N}{(e^2 * (N-1)) + k^2 * p * q}$$

Donde:

n: muestra (número de encuestas que vamos a hacer).

N: población circundante al vertedero de residuos sólidos de Pucallpa.

k: porcentaje de confianza 95% = 1.96

p: variabilidad positiva 0,5.

q: variabilidad negativa 0,5

e: porcentual de error de 5% = 0.05

$$n = \frac{1{,}96^2 x 0{,}5 x 0{,}5 x 160}{\left(0{,}05^2 x (160-1)\right) + 1{,}96^2 x 0{,}5 x 0{,}5}$$

$$n = 113{,}1629$$

$$n = 113$$

## 3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La información se obtuvo a través de tres actividades puntuales. La primera fue referida a la medición del volumen de metano que emite el vertedero. La segunda fue la aplicación de una encuesta para determinar la incidencia de este metano en la salud de la población específicamente aquella referida a las enfermedades respiratorias. Tercero el procesamiento tanto de la emisión como de la encuesta que se hizo en gabinete.

### 3.3.1. Estimación del volumen de gas metano

El enfoque metodológico empleado para la medición del gas metano estuvo basado en métodos cualitativos, procedimientos y pasos que se explican en el protocolo de monitoreo de la calidad del aire por DIGESA R.D 1405-2005, haciendo insistencia en la indagación de nuevas formas que permitieron un conocimiento cercano a la realidad.

Se consideró como metano al gas que se percibe a través del olfato que se caracteriza por un olor nauseabundo que fue generado por la descomposición de residuos en el vertedero debido a las condiciones climáticas imperantes. Para ubicar los puntos de muestreo se hizo el recorrido de la zona teniendo en consideración a la dirección de viento predominante en la zona (norte - sur), tanto a Barlovento y Sotavento.

Para determinar el radio de acción de las emisiones se realizó el monitoreo desde el ingreso al vertedero municipal de residuos sólidos hasta el lugar de acopio (distancia total 2.5 km). Cada punto fue georeferenciados a una distancia de 500 m. Ver detalles en tabla 3.

**Tabla 3.** *Coordenadas de los puntos monitoreados en la entrada del botadero.*

| Puntos | Ubicación | Radio | Este | Norte |
|---|---|---|---|---|
| **M1** | | 2.5 km | 531147 | 9068527 |
| **M2** | Vertedero | 2.0 km | 531258 | 9068041 |
| **M3** | municipal de | 1.5 km | 531378 | 9067562 |
| **M4** | residuos sólidos | 1.0 km | 531499 | 9067071 |
| **M5** | de Pucallpa. | 0.5 km | 531616 | 9066588 |
| **M6** | | 0.0 km | 531735 | 9066105 |

Para el monitoreo de la emisión de metano en cada punto descrito en la tabla 3 se utilizó el formato de la tabla 4.

**Tabla 4.** *Formato utilizado para monitoreo de la emisión de metano*

| Puntos | Ubicación | Radio (km) | Metano (ppm) | Metano Min (ppm) | Metano Max (ppm) |
|---|---|---|---|---|---|
| **M1** | Vertedero | 2.5 | | 0 | 0 |
| **M2** | municipal | 2.0 | 0 | 0 | 0 |
| **M3** | de | 1.5 | 0 | 0 | 0 |
| **M4** | residuos | 1.0 | 0 | 0 | 0 |
| **M5** | sólidos de | 0.5 | 6 | 0 | 9 |
| **M6** | Pucallpa. | 0.0 | 11 | 4 | 18 |

Para el monitoreo de la emisión de metano en el radio vulnerable se consideró doce (12) puntos de muestreo debidamente georeferenciados con GPS. Para tal caso se tuvo en cuenta la existencia de los montículos de residuos sólidos más representativos del vertedero. Dichos montículos se localizaron en los puntos citados en la tabla 5.

**Tabla 5.** *Coordenadas de los puntos monitoreados en el botadero.*

| Puntos | Ubicación | Este | Norte |
|---|---|---|---|
| **01** | | 531675 | 9066274 |
| **02** | | 531671 | 9066282 |
| **03** | | 531670 | 9066289 |
| **04** | | 531659 | 9066279 |
| **05** | Vertedero | 531657 | 9066293 |
| **06** | municipal de | 531656 | 9066282 |
| **07** | residuos sólidos | 531652 | 9066269 |
| **08** | de Pucallpa. | 531669 | 9066233 |
| **09** | | 531677 | 9066228 |
| **10** | | 531668 | 9066225 |
| **11** | | 531687 | 9066209 |
| **12** | | 531692 | 9066212 |

El equipo empleado para la medición del volumen de la emisión de metano fue el AEROQUAL 300: Las partes principales de este equipo conforman: El 1. Cabeza del sensor. 2. Energía y Stand By. 3. Pantalla. 4. Silenciamiento de la alarma. 5. Ingreso. 6 - 7. Desplazamiento y 8. Caja de la batería. Ver figura 7.

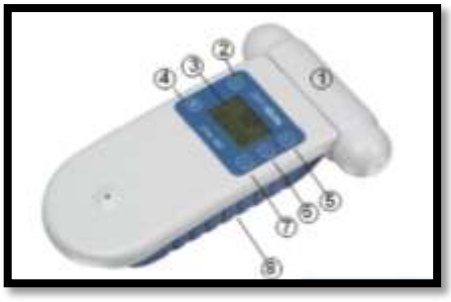

***Figura 4.*** Equipo AEROQUAL con salida 0 a 5 Vdc.

## 3.4. PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

El botadero municipal es un bien público, por tanto, el ingreso al área de estudio fue libre no hubo restricciones. Para tal efecto se tomó una movilidad en Pucallpa, ésta se desplazó hasta el Km 22 por la carretera Federico Basadre. De este punto se tomó un ramal de 2.5 kilómetros que conduce al botadero.

Ya en el botadero se instaló la zona vulnerable de la emisión de metano; para ello se eligieron 12 montículos de basura los más representativos los cuales tuvieron una altura de 6 metros, con la finalidad de considerarlos como objeto de estudio. Estos fueron georreferenciados de acuerdo con el protocolo. En seguida con cargo al registro N° 1 del formato de medición se tomó la emisión del volumen de metano.

Para ubicar el área de influencia de la emisión de metano se tomó como punto de partida al vertedero. Desde allí se hizo un recorrido hacia la carretera Federico Basadre. Cada 500 m previa medición con GPS se determinaron las respectivas coordenadas.

Para tomar la encuesta previamente se elaboró una cartilla de preguntas relacionadas con las enfermedades respiratorias. En total se emplearon 113 fichas o cartillas que fueron contestadas uno por uno a través de igual número de personas en sucesivas entrevistas. La información se expresó en porcentaje.

## 3.5. TRATAMIENTO DE DATOS

Los datos fueron ingresados al programa Excel para su procesamiento, realizando los cálculos respectivos y se determinaron los resultados mediante cuadros, tablas y diagramas, de acuerdo a las variables determinadas previamente.

# CAPÍTULO IV

# RESULTADO Y DISCUSIÓN

## Emisión global de metano en la incidencia de las enfermedades respiratorias de la población circundante al vertedero municipal de residuos sólidos de Pucallpa – 2017

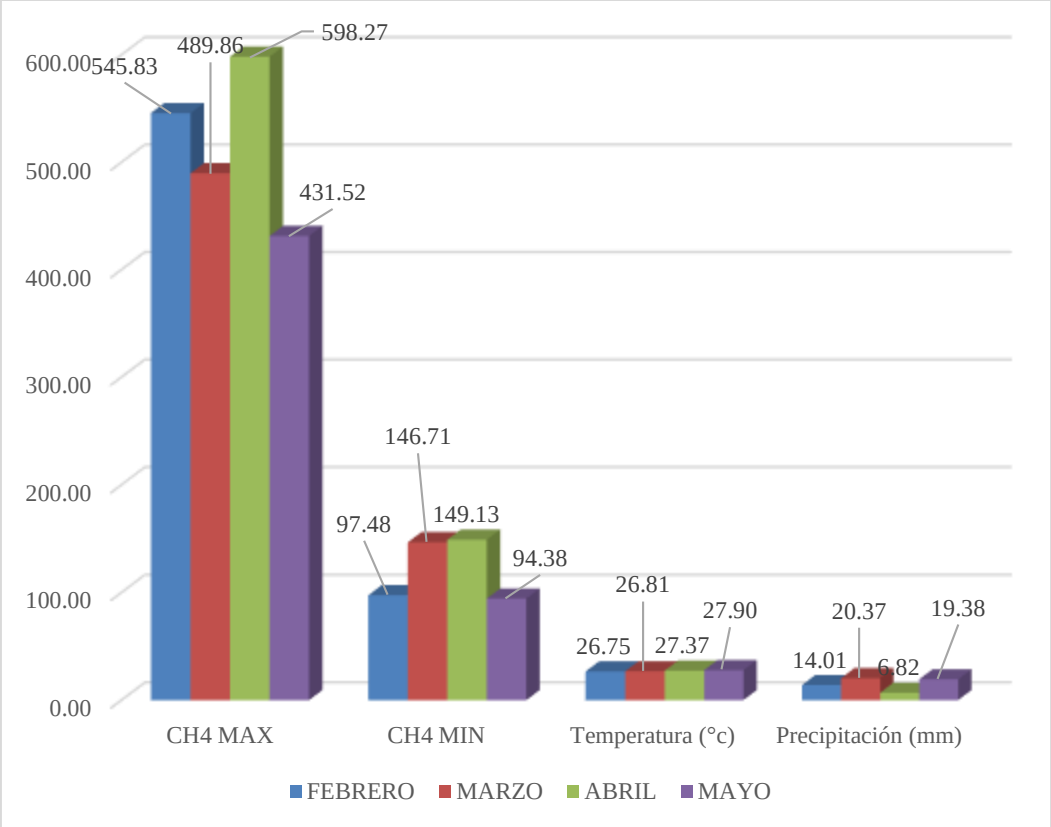


***Gráfico 2.*** Emisión de metano en el vertedero municipal de residuos sólidos de Pucallpa, 2017.

En el gráfico 2 se observa los promedios mensuales de los monitoreos realizados en un periodo de cuatro meses consecutivos (114 días). La fluctuación mensual de la emisión del metano en el vertedero varía de 100 a 500 ppm.

Se nota que la fluctuación está asociada a factores climáticos y culturales, por ejemplo, en el aspecto climático influye la temperatura y la precipitación, lógicamente a mayor temperatura hay mayor emisión y cuando hay precipitación baja ostensiblemente la emisión de metano.

En el aspecto cultural, el personal de limpieza que pertenece a la municipalidad realiza un proceso de remoción de los residuos sólidos. Esta labor es efectuada con maquinaria pesada que en la práctica “comprime y entierra” los montículos para formar una ruma uniforme y al mismo tiempo excava para preparar caminos, con ello facilita el acceso a las unidades que traen el residuo sólido a diario.

La suma de la emisión de metano en el vertedero es alta (3004 ppm). Ortega (2017) menciona que el Instituto Nacional para la Salud y Seguridad Ocupacionales (NIOSH) señala que en un período de 8 horas el límite de exposición al metano es de 1,000 ppm. El metano se considera asfixiante a concentraciones extremadamente altas y puede desplazar el oxígeno en la sangre. Si a ello se expone la vida humana principalmente de aquellos que trabajan en el reciclaje de residuos sólidos, el riesgo de contraer enfermedades afines es seguro. En este sentido, la municipalidad está afectando la salud de los vecinos que por mala suerte hicieron su medio de vida en este sector.

Según Aliaga (2015), en su investigación hace mención a un nivel máximo de emisión de 906 ppm y el mínimo de 204 ppm en el año 2015. Teniendo muchos factores que considerar durante un monitoreo como: las condiciones de la zona, temperatura, precipitaciones, equipos de medición y demás; durante la investigación realizada para el año 2017 se obtuvo niveles de emisión de hasta 3004 ppm y niveles mínimos de 02 ppm, el cual es justificables debido a las precipitaciones suscitada en el momento, por lo que no existe discordancia con el investigador.

En efecto Román (2014) menciona que el control de las emisiones de metano forma parte de la estrategia europea de lucha contra los efectos del cambio climático, por ser uno de los componentes del calentamiento global, durante la formación profesional y la investigación se corroboró que dentro de las emisiones producto de la descomposición de los residuos sólidos se encuentra el metano, el cual es un contaminante potencial, por lo cual se comparte lo mencionado por el autor en mención.

**Radio de acción de la emisión de metano en el vertedero municipal de residuos sólidos de Pucallpa – 2017**

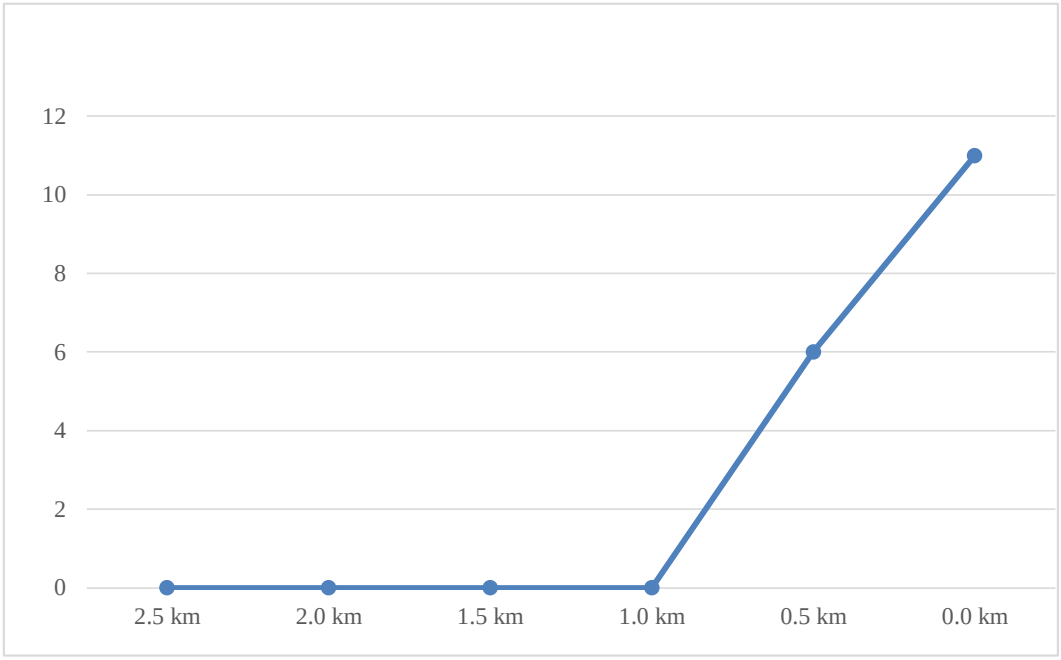


***Gráfico 3.*** Área de influencia de la emisión de metano.

En el gráfico 3 se demuestra que la emisión de metano trasciende hasta un kilómetro de distancia. En efecto, a partir de los mil metros ingresando por la carretera la emisión aumenta exponencialmente para llegar a un punto máximo en el vertedero. En la práctica esta emisión se capta con el sentido del olfato percibiendo un olor nauseabundo que se intensifica a medida que se avanza hacia el basural

Esta información implica que la población podrá acercarse sin problemas hasta una distancia de 01 km con respecto al basural. Se advierte que dentro de esta área las personas pueden transitar sin riesgo de contagiarse con enfermedades derivados de la emisión de metano del vertedero. En otras palabras la emisión de GEI en esta zona está dentro de los mencionados por la convención marco de la naciones unidas sobre el cambio climático donde según (Martínez y Fernández, 2004) en el año 2100 sé oscilará entre -90 y +1970 parte por billón en volumen.

Inclusive la Municipalidad podrá autorizar la construcción de viviendas a partir de un radio de 1000 m a la redonda tomando como parte central al vertedero. Por ninguna razón conviene autorizar el establecimiento de

Asentamientos Humanos dentro del área de influencia del vertedero. Al respecto, se recomienda tomar medidas de acción inmediata porque a futuro se convertirá en problema social.

Si las autoridades y la población hacen caso omiso a esta advertencia a futuro se presentará problemas. Por ejemplo, en el caso de las viviendas del Caserío Nueva Unión, está mal ubicado porque está dentro de los 100 m.

En este contexto, es importante entender que el vertedero es un mal necesario de cada ciudad. Pero, tiene un lugar específico que tanto las autoridades como la población deberán respetar. Así, es importante tomar énfasis en la planificación de programas de vivienda para establecer una ciudad ordenada. Quispe (2005) menciona el basural no es malo el problema es la actitud de la gente que no aprende a prevenir riesgos.

Como medida de mitigación y adaptación a los impactos de cambio climático derivado de la exposición de los residuos sólidos es importante que la municipalidad del país desarrolle un plan de reforestación en el área de influencia del vertedero. La plantación al desarrollarse absorberá gran parte de los elementos tóxicos y creará un ambiente saludable para los vecinos, (Flores, et al., 2012).

Gómez et al. (2008) realizo un estudio sobre “Descripción de la calidad del aire en el área de influencia del botadero de Navarro, Cali, Colombia”, quien indica al metano como fuente principal de emisión y son dispersados por acción del viento. Presentando el metano gradientes de concentraciones altas en esta zona. Para esta investigación la influencia de la emisión del metano en el vertedero municipal de residuos sólidos de Pucallpa es a partir de un radio de 05 km, teniendo en cuenta lo mencionado por el autor en discusión es cierto que la emisión es dispersado por acción del viento, por lo que existe variaciones en los monitoreos realizados sin dejar de lado otros factores. Sim embargo se acota que en esta zona de la ciudad el metano presenta gradientes de concentraciones altas, convirtiéndose esto en un problema a nivel mundial.

**Emisión de metano en el radio vulnerable del vertedero municipal de residuos sólidos de Pucallpa - 2017**

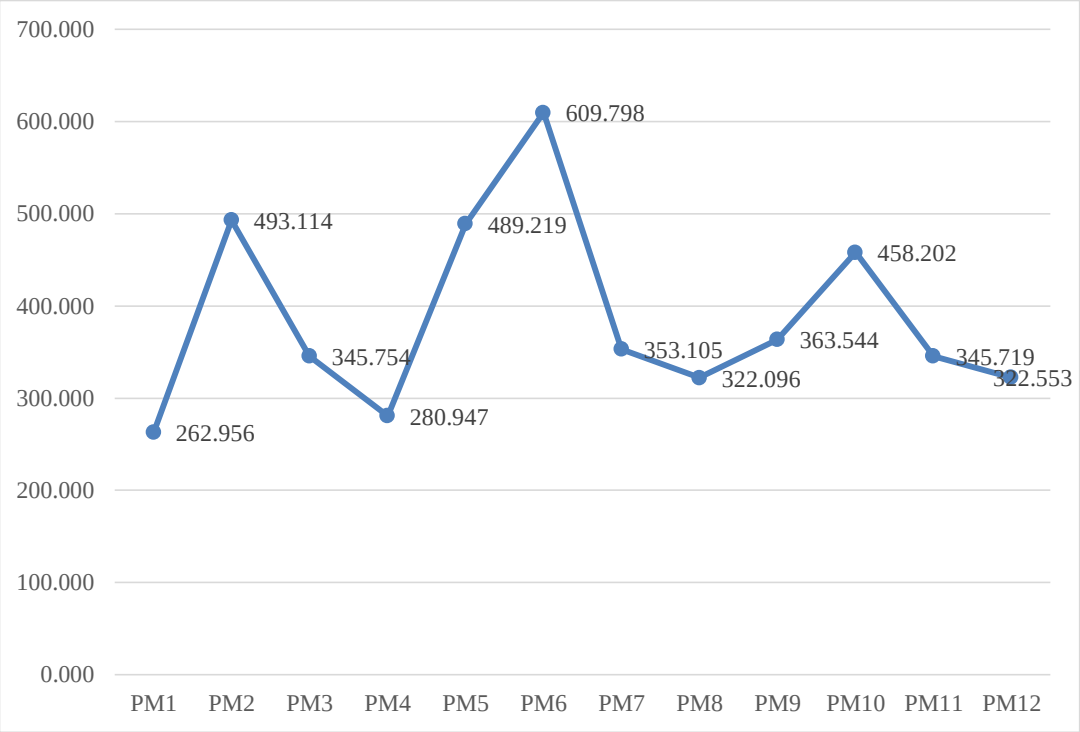


***Gráfico 4.*** Emisión de metano en zona vulnerable.

El gráfico 4 demuestra que la emisión del metano en la zona vulnerable también varía de un montículo a otro montículo. El olor diferenciado probablemente se debe al contenido de una mayor concentración de materia orgánica entre montículos. Estos al descomponerse por efecto de la temperatura huelen unos más que otros.

El nivel del metano en la zona vulnerable fue estimado entre 262.956 y 609,798 ppm. Este volumen es elevado y peligroso para los moradores que viven en su entorno incluido las plantas y animales sean domésticos o silvestres. El olor afecta a todo ser vivo que respira oxígeno sin distinción de clase, género o credo. Contamina el ambiente y crea un espacio irrespirable que preocupa.

En efecto, según Chung (2003) si no se toma medidas de reducción de la contaminación que genera este recurso, el riesgo de las enfermedades será permanente. Como dice Martínez et al. (2007) puede provocar o agravar afecciones respiratorias y cardiacas, además puede acelerar enfermedades pulmonares o cardiacas crónicas. Puede afectar a mujeres embarazadas,

ancianos y niños, sobre todo a los trabajadores que permanecen expuestos a la basura.

El metano es considerado un gas no irritante cuyo efecto lo ejerce desplazando el oxígeno del aire inspirado lo cual absorbiéndose en la sangre provoca un efecto a nivel sistémico, lo que afecta principalmente el funcionamiento tisular. Provocando hipoxia tisular lo que permite definirlo como un gas asfixiante. Bejarano y Prieto (2014) menciona que el gas puede reemplazar más del 85% del aire inspirado y reducir la concentración de oxígeno inspirado a menos del 15% antes de que la mayoría de los individuos experimenten ningún efecto adverso.

El problema que más preocupa es la presencia de personas que supuestamente trabajan como recicladores voluntarios que han encontrado un medio de ocupación en este basural. Por razones obvias, ellos permanecen sin protección alguna respirando aire de un ambiente contaminado. Si ellos se enferman constituyen un problema social porque acuden a los centros de salud pública y generan gasto al Estado.

Es importante que la municipalidad lo empadrone para proporcionarle elementos de protección como son mascarillas, herramientas u otros enseres para facilitar su trabajo y tener menos enfermos que abarrotan los hospitales. En cierto modo, la municipalidad también es corresponsable del problema por crear un vertedero que atenta contra la salud de las personas. Era más viable crear una industria próspera dedicada al reciclaje de los residuos sólidos. Sin embargo, para deslindar responsabilidades la gente que trabaja en el basural deberá ser advertido con las consecuencias a la que se expone.

En efecto, si se quiere dar una solución integral a este problema es importante establecer un centro de reciclaje industrializando los componentes de los residuos sólidos más representativos. La materia orgánica se convierte en abono como en su experiencia de (Quispe, 2015) y otros. Los plásticos se convierten en diversos objetos (ladrillos, placas prefabricadas, telas, etc.). Los metales son recuperados y reutilizados o eliminados. Los vidrios en piezas de arte, porta velas, floreros, etc.

**La incidencia de enfermedades respiratorias por la emisión de metano en los radios vulnerables del vertedero municipal de residuos sólidos de Pucallpa - 2017**

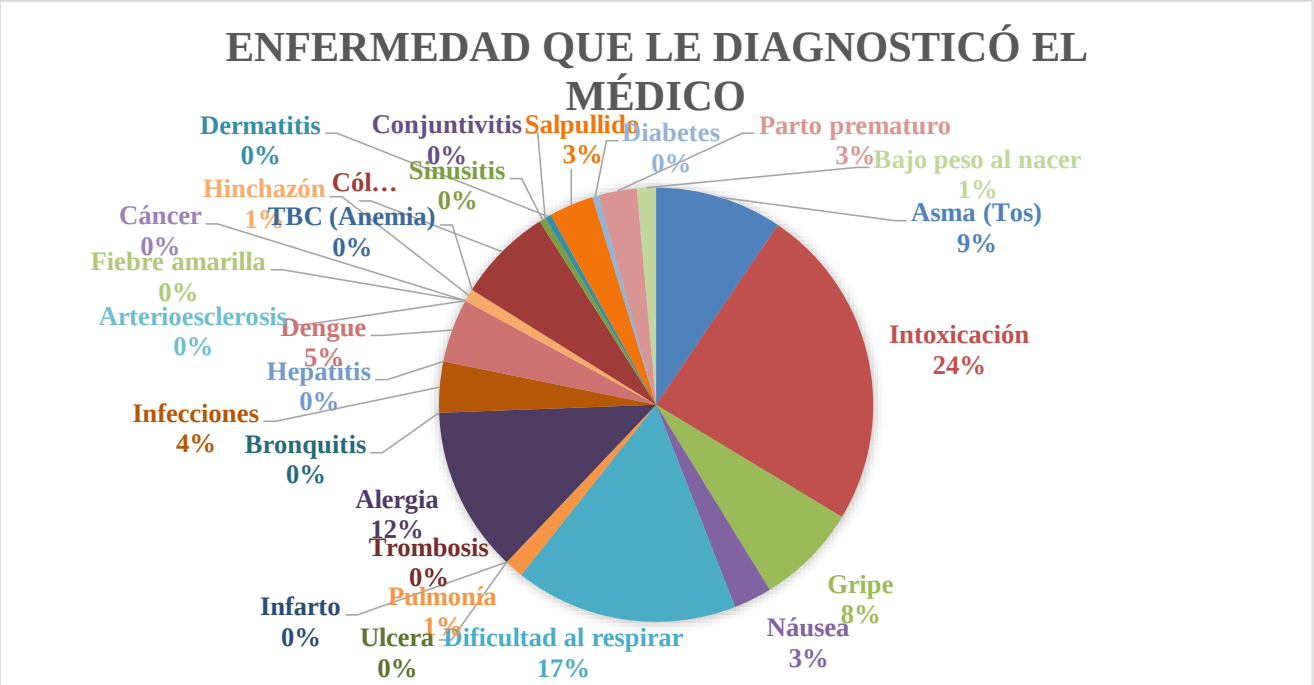


***Gráfico 5.*** Enfermedades visualizadas en el ámbito del vertedero.

En el gráfico 5 se observa que la mayor parte de las enfermedades que padece la población circundante al vertedero de la municipalidad constituyen las intoxicaciones seguido de la dificultad para respirar, alergia, asma, gripe entre otros que en forma genérica se refiere a los males de tipo respiratorio. También existe enfermedades asociadas como el dengue, conjuntivitis, sarpullidos, infecciones, nausea y otros que según Barragán (2010) se derivan de los residuos sólidos descompuestos o de la emisión de metano.

Esta lectura indica que el metano emitido por el vertedero es un foco que incide directamente en la salud de los pobladores. Los vectores que trasladan los factores contaminantes son las moscas. Estas al desplazarse a zonas alejadas contaminan ambientes sanos y personas con sistema inmune deficiente (Castro, 2014).

# CAPÍTULO V

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 5.1. CONCLUSIONES

Las conclusiones a las que se llegó en el estudio son:

1. El radio de acción del metano emitido captado por el equipo de medición analógico AEROQUAL 300 indica que es desde los 0.0 km. hasta 0.5 km de distancia del vertedero municipal de residuos sólidos, en el cual se detectó una emisión máxima de 9 ppm.
2. El radio vulnerable por emisión de metano es dentro de los 0.0 km del vertedero municipal de Pucallpa (mismo lugar de acopio), en el cual se detectó una emisión de metano máxima de 18 ppm.
3. A causa de la emisión de gases por la descomposición de los residuos el 88% de la población circúndate al vertedero municipal de Pucallpa manifiesta en primer lugar con 24% intoxicación, en segundo lugar con 17% dificultad respiratoria, en tercer lugar con 12% alergia, en cuarto lugar otros con un 47%.

## 5.2. RECOMENDACIONES

1. A la DIGESA (Dirección regional de salud ambiental) debe realizar mediciones frecuentes de la emisión de metano en el vertedero municipal de residuos sólidos de Pucallpa y así plantear medidas que mitiguen el impacto ambiental.
2. Al Gobierno Regional de Ucayali debe realizar programas de sensibilización a la población circundante al vertedero municipal de residuos sólidos de Pucallpa que está expuesta a la contaminación para minimizar los daños a la salud.
3. A la Municipalidad Provincial de Coronel Portillo debe implementar y exigir a la población expuesta a que utilicen implementos de seguridad para reducir los riesgos a su salud.
4. A la universidad nacional de Ucayali, para fomentar dentro de las labores de proyección social actividades en el vertedero municipal de residuos sólidos de Pucallpa que ayuden a la salud de la población y aporten con minimizaciones en el impacto ambiental.

## BIBLIOGRAFÍA


Abarca, D., Gutiérrez, S., Escobar, F., y Huata, P. (2018, agosto). Manejo de residuos sanitarios: un programa educativo del conocimiento a la práctica. *Revista de Investigaciones Altoandinas.* Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2313-29572018000300005&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Aguilar, S. (2005). *Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud.* Recuperado de http://www.redalyc.org/service/redalyc/downloadPdf/487/48711206/F%F3rmulas+para+el+c%E1lculo+de+la+muestra+en+investigaciones+de+salud/2

Aliaga, C. (2015). *Sistema ambiental de riesgo de la concentración y dispersión del metano* (tesis de pregrado)*.* Universidad Alas Peruanas, Perú.

Andina. (2016). Denuncian que botadero municipal representa alto riesgo sanitario. Organismo adscrito al Ministerio del Ambiente pidió el cierre de un botadero municipal que por falta de mantenimiento pone en peligro la salud pública y medio ambiente. RPP Noticias. Recuperado de http://rpp.pe/peru/ucayali/denuncian-que-botadero-municipal-representa-alto-riesgo-sanitario-noticia-932997

Antoni, D., Zverlov, V., y Schwarz, W. (2007). Biofuels from microbes. *Applied Microbiology and Biotechnolog,* (77), 23-35.

Barragán, H. (2010). *Desarrollo, salud humana y amenazas ambientales.* Recuperado de http://hdl.haandle.net./10915/26595

Bejarano, M., y Prieto, F. (2014). *Estudio de la intoxicación por monóxido de carbono y otros gases en Colombia notificados al Sivigila en los años 2010 y 2011* (tesis de maestría). Universidad de ciencias aplicadas y ambientales, Bogotá.

Bidlingmaier, W. (2006). Fifth ORBIT Conference probes anaerobic digestion. *BioCycle Journal of Composting and Organics Recicling*. 47(9), 42-49.

Bonilla, J., y Lemus, C. (2012). Emisión de metano entérico por rumiantes y su contribución al calentamiento global y al cambio climático. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242012000200006&lng=es&tlng=pt.

Castañeda, R. (2013). *Enfermedades causadas por gases ambientales.* Recuperado de https://es.slideshare.net/raulcc1950/enfermedades-causadas-por-gases-ambientales

Castro, J. (2014). *Anticuerpos estreptolisina o y su importancia clínica en fiebre reumática en los habitantes del barrio colinas del este de la ciudad de Jipijapa, periodo mayo-octubre de 2014*. Recuperado de http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/558

Chung, A. (2003). *Análisis económico de la ampliación de la cobertura del manejo de residuos sólidos por medio de la segregación en la fuente en Lima Cercado, 2003*. Recuperado de http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/tesis/ingenie/chung_pa/chug_pa.htm

Cruz, E. (2014). *Exacerbaciones de epoc: Definición y significación pronostica.* Recuperado de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-73482004000200003

Dirección General de Salud Ambiental. (2011). *Política Nacional de Salud Ambiental 2011 - 2020.* Recuperado de http://www.digesa.sld.pe/publicaciones/descargas/POLITICA-DIGESA-MINSA.pdf

Drive, A. (2016). *Enfermedades Provocadas por el Ambiente. Departamento de Salud y Servicios Humanos de Estados Unidos Institutos Nacionales de la Salud.* Recuperado de https://www.niehs.nih.gov/health/topics/atoz/enfermedades/

Elías, B. (2011). *Las enfermedades respiratorias por contaminación ambiental. Se estima que la contaminación ambiental causa cerca de dos millones de*

*muertes prematuras al año en todo el mundo.* Recuperado de http://rpp.pe/lima/actualidad/las-enfermedades-respiratorias-por-contaminacion-ambiental-noticia-423427

Escalona, E. (2014). *Daños a la salud por mala disposición de residuales sólidos y líquidos en Dili*, Timor Leste, 2(52).

Feuerman, A. (2002). *Educación medioambiental: reciclaje y recuperación de residuos domésticos* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid.

Filigrana, P., Gómez O., y Méndez F. (2011). *Impacto de un sitio de disposición final de residuos sólidos en la salud respiratoria de los adultos mayores.* Recuperado de http://www.scielo.org.co/pdf/bio/v31n3/v31n3a05.pdf

Flores, N., Mendizábal, L., y Alba, J. (2012). *Potencial de captura y almacenamiento de CO2 en el valle de Perote estudio de caso: Pinus cembroides subsp. Orizabensis D.K. Bailey.* Foresta Veracruzana. Recuperado de http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49724122003 ISSN 1405-7247

Galindo, O. (2009). *Diseño del relleno sanitario intermunicipal para los municipios de Átoyac de Álvarez-Benito Juárez y Técpan* (tesis maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Garza, A. (2016). *Control de infecciones y bioseguridad en odontología.* El Manual Moderno. México.

Giuffrida, M. (2011). *Caracterización de la respuesta inmunitaria-inflamatoria sistémica a la infección respiratoria aguda. Análisis del patrón de respuesta en pacientes asmáticos* (tesis de pregrado). Universidad De Alcalá.

Gómez, R., Filigrana, P. y Méndez, F. (2008). Descripción de la calidad del aire en el área de influencia del Botadero de Navarro, Cali, Colombia. *Redalyc.* Recuperado de http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28339306.

Gómez. (2007). *Environmental science: action for a sustainable future.- Redwood City,* California. Benjamin Cummings.

González, J. (2013). Alternativas para la reducción de emisiones de metano. *CEGESTI*, 246, 1-4. Recuperado de http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion_246_251113_es.pdf

Gutiérrez, F. (2010). Insuficiencia respiratoria Aguda. *Scielo*. Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1728-59172010’’’4’’’13&lng=es&tlng=es.

Hilbert, J. (1998). Manual para la producción de biogás. *Castelar,* 57.

Ibáñez, C. (2012). *Que es la incidencia y la prevalencia de una enfermedad.* Recuperado de http://www.madrimasd.org/blogs/salud_publica/2012/02/29/133136

Inhalación de gases tóxicos, (2010). *Todo en salud*. Recuperado de http://todo-en-salud.com/2010/09/inhalacion-de-gases-toxicos

Jaramillo, G. y Zapata, L. (2008). *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia*, [s.n.].

Martínez, E., Mario, C., Daniels, F., y Montoya, A. (2007). *Contaminación Atmosférica y Efectos sobre la salud de la población Medellín y su área metropolitana.* Recuperado de http://www.sabaneta.gov.co/institucional/DocumentosMunicipio

Martínez, J y Fernández, A. (2004). *Cambio climático: una visión desde México. Recuperado* de: http://www.academia.edu

Methane to Markets Partnership. (2008). La importancia del metano y las actividades de reducción de sus emisiones. *Globalmethane.* Recuperado de https://www.globalmethane.org/documents/methane_fs_spa.pdf

Ministerio de salud. (s.f.) *Enfermedades respiratorias.* Recuperado de http://www.msal.gob.ar/ent/index.php/informacion-para-ciudadanos/enfermedades-respiratorias

Moscoso, M., Juan, E., Franco, F., F., San Martín, H., F., Olazábal, L., J., Chino, V., Liz, B., y Pinares, C. (2017). Producción de Metano en Vacunos al

Pastoreo Suplementados con Ensilado, Concentrado y Taninos en el Altiplano Peruano en Época Seca*. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. Recuperado de https://dx.doi.org/10.15381/rivep.v28i4.13887

Moss, A., J, J. y C, N. (2000). Methane production by ruminants: Its contribution to global warming. *Ann. Zootech*. (43), 231-253.

Najera, H. (s.f.). *Lixiviados.* Recuperado de https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2017-02-11_09-15-00140102.pdf

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2014). *Fiscalización ambiental en residuos sólidos.* Recuperado de https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=6471

Organización Mundial de la Salud. (2016). *Enfermedades respiratorias crónicas.* Recuperado de http://www.who.int/respiratory/about_topic/es/

Organización mundial de la Salud. (2017). *Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)*. Recuperado de http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs315/es/

Organización mundial de la Salud. (s.f.). *Enfermedades respiratorias crónicas. Acerca de la enfermedades respiratorias crónicas*. Recuperado de http://www.who.int/respiratory/about_topic/es/

Ortega, D. (2017). *Implementación de un prototipo para el monitoreo de dióxido de carbono ($CO_2$), monóxido de carbono (CO) y metano ($CH_4$) en lugres residenciales utilizando el sistema operativo android y arduino* (tesis pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Ecuador.

Ospina, N. (s.f). La exposición a aire contaminado afecta los pulmones y el corazón. *1DOC3.* Recuperado de https://www.1doc3.com/articulos/175/la-exposicion-contaminacion-ambiental-afecta-los-pulmones-y-el-corazon

Oyarzun, M. (2010). *Enfermedades respiratorias. Contaminación aérea y sus efectos en la salud.*

Quispe, A. (2015). El valor potencial de los residuos sólidos orgánicos, rurales y urbanos para la sostenibilidad de la agricultura. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342015000100008&lng=es&tlng=es.

Quispe, J. (2005). El Problema de la vivienda en el Perú, Retos y Perspectivas. *Revista INVI.* Recuperado de http://www.redalyc.org/html/258/25805303/. ISSN0718-1299.

Ramírez, J., y Torres, V. (2017). *El gas metano: riesgo para la salud humana y el medio ambiente.* Recuperado de https://es.scribd.com/document/355746859/GNBC

Román, R. (2014). *El gas metano: riesgo para la salud humana y el medio ambiente*. Recuperado de http://www.everde.cl/2014/01/el-gas-metano-riesgo-para-la-salud.html

Romero, M., Diego, F., y Álvarez, M. (2006). Air pollution: its impact as a health problem. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032006000200008&lng=es&tlng=en.

Sanz, D. (2012). *Medidas para reducir los niveles de metano y carbono negro. El cambio climático una mirada alternativa a nuestro entorno*. Recuperado de https://climaticocambio.com/medidas-para-reducir-los-niveles-de-metano-y-carbono-negro/

Sociedad Europea de Enfermedades Respiratorias. (2013). *Las enfermedades respiratorias en el mundo.* Recuperado de https://www.thoracic.org/about/global-public-health/firs/resources/FIRS-in-Spanish.pdf

Soria, M., Ferrera, R., Etchevers, J., Alcántar, G., Trinidad, J., Borges, L., y Pereyda, G. (2001). Producción de Biofertilizantes Mediante Biodigestión de Excreta Líquida de Cerdo. *Terra,* 19(4), p. 354-361.

Torres, V. (s.f.). *¿Qué es el metano (CH4)?.* Recuperado de https://www.muyinteresante.es/curiosidades/preguntas-respuestas/metano-ch4

Vargas, F. (2005, marzo a abril). La contaminación ambiental como factor determinante de la salud. *Revista española de salud pública.* Recuperado de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272005000200001

Veiga, A., Sánchez, D., Martínez, M., Barbu, A., González, J., y Maquea, J. (2015, abril a junio). Riesgos para la salud y recomendaciones en el manejo de nanopartículas en entornos laborales. *Medicina y Seguridad del Trabajo.* Recuperado de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0465-546X2015000200002

Weiss, A., Jérôme, V., Burghardt, D., Likke, L., Peiffer, S., Hoffstetter, E., Gabler, R., y Freitag, R. (2009). Investigation of Factors Influencing Biogas Production in A LargeScale Thermophilic Municipal Biogás Plant. *Applied Microbiology and Biotechnology,* 84(5), p. 987-1001.

## ANEXOS



**Figura 5.** Obtención de coordenadas UTM.



**Figura 6.** Desarrollo de encuestas sobre la incidencia de enfermedades respiratorias.



**Figura 7.** Desarrollo de encuestas sobre la incidencia de enfermedades respiratorias.



**Figura 8.** Vivienda cercana a los residuos



**Figura 9.** Vivienda ubicada al frontis de los residuos.

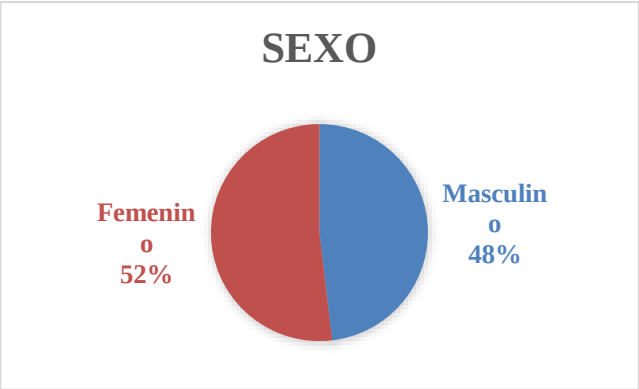


**Figura 10.** Población más vulnerable a enfermedades según el sexo.

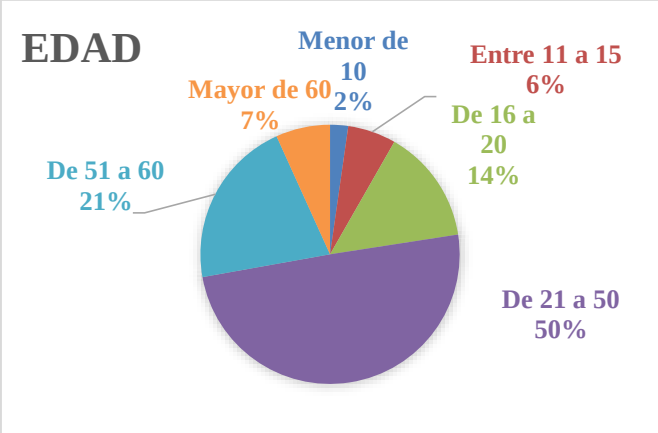


**Figura 11** Población más vulnerable a enfermedades según la edad.

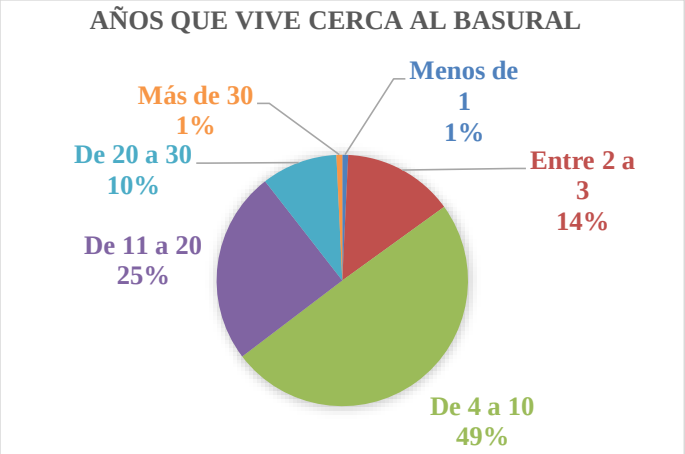


**Figura 12.** Tiempo en que la población se encuentra expuesta al metano en años.

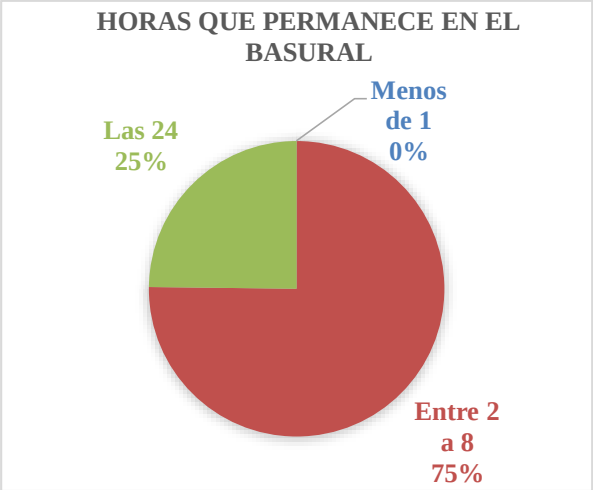


**Figura 13.** Tiempo en que la población se encuentra expuesta al $CH_4$ en horas

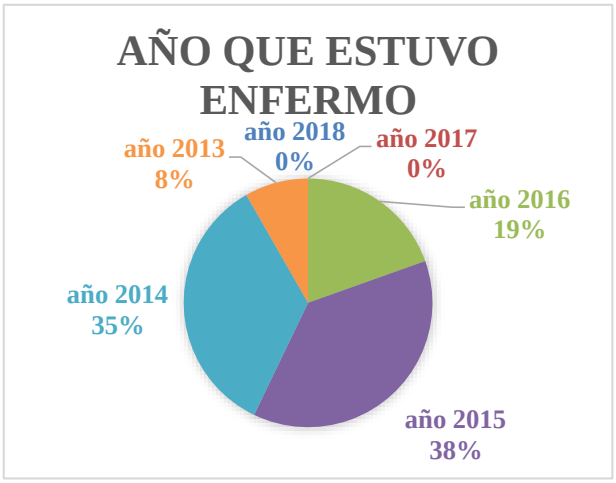


**Figura 14.** Año en que la población se enfermó.




**Figura 15.** Las veces en que se enfermó la población en el año.

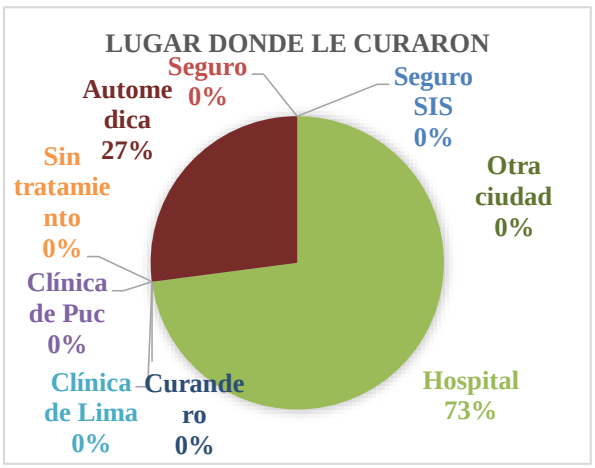


**Figura 16.** Sitios donde fueron atendidos.

## ENCUESTA PARA LOS POBLADORES CIRCUNDANTES AL BOTADERO

OBJETIVO:

Determinar las enfermedades respiratorias que padece el morador cuya vivienda está ubicada dentro del área de influencia del vertedero Municipal del Km 22 de la carretera F. Basadre interior, 2 km.

Instrucción: La encuesta se desarrollara con total confidencialidad por lo que no se registrará datos del encuestado y será utilizado para en su totalidad para investigación.

1. Marque su edad y sexo

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Menor de 10 años | | De 21 a 50 años | | Masculino | |
| Entre 11 a 15 años | | De 51 a 60 años | | Femenino | |
| De 16 a 20 años | | Mayor de 60 años | | Otro | |

2. Marque el tiempo que vive cerca al basural (anual y diaria)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Menos de 1 año | | De 11 a 20 | | Menos de 1 hora | |
| Entre 2 a 3 años | | De 20 a 30 | | Entre 2 a 8 horas | |
| De 4 a 10 años | | Más de 30 años | | Las 24 horas | |

3. Marque el año que estuvo enfermo y las veces que se enfermó

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 2018 | | 2015 | | 1 vez | |
| 2017 | | 2014 | | 2 veces | |
| 2016 | | 2013 | | 3 veces | |

4. Marque la enfermedad que le diagnosticó el médico

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Asma (Tos) | | Alergia | | TBC (Anemia) | |
| Intoxicación | | Bronquitis | | Cólico | |
| Gripe | | Infecciones | | Sinusitis | |
| Náusea | | Hepatitis | | Conjuntivitis | |
| Dificultad al respirar | | Dengue | | Dermatitis | |
| Pulmonía | | Fiebre amarilla | | Salpullido | |
| Infarto | | Cáncer | | Diabetes | |
| Trombosis | | Arterioesclerosis | | Parto prematuro | |
| Ulcera | | Hinchazón | | Bajo peso al nacer | |

5. Marque el lugar donde le curaron

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Seguro SIS | | Clínica de Puc | | Sin tratamiento | |
| Seguro | | Clínica de Lima | | Curandero | |
| Hospital | | Otra ciudad | | Automedica | |

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

**Título:** EMISIÓN DE METANO EN LA INCIDENCIA DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS EN LA POBLACIÓN CIRCUNDANTE AL VERTEDERO MUNICIPAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DE PUCALLPA, UCAYALI

| PROBLEMA | OBJETIVOS | VARIABLES | INDICADOR |
|---|---|---|---|
| General:<br><br>¿Cuánto es la emisión de metano en la incidencia en las enfermedades respiratorias en la población circundante al vertedero municipal de residuos sólidos de Pucallpa? | General:<br><br>Determinar la emisión de metano e incidencia en las enfermedades respiratorias de la población circundante al vertedero municipal de residuos sólidos de Pucallpa. | Emisión de metano en la incidencia de enfermedades respiratorias. | ppm<br>$mg/m^3$<br><br>Nº de enfermedades respiratorias |
| Específicos:<br><br>¿Cuál es el radio de acción del metano emitido del vertedero municipal de Pucallpa?<br><br>¿Cuál es el radio vulnerable por la emisión del metano en el vertedero municipal de Pucallpa?<br><br>¿Cuál es la incidencia de la enfermedad respiratoria por emisión de metano en los radios vulnerables? | Específicos:<br><br>Determinar el radio de acción del metano emitido del vertedero municipal de residuos sólidos de Pucallpa.<br><br>Determinar el radio vulnerable por la emisión de metano en el vertedero municipal de Pucallpa.<br><br>Determinar la incidencia de las enfermedades respiratorias por emisión de metano en los radios vulnerables | | |