ANÁLISIS DE LOS EFECTOS EN LA SALUD AMBIENTAL ASOCIADOS A LA EXPOSICIÓN DE OLORES OFENSIVOS DE POZOS SÉPTICOS DESBORDADOS EN EL BARRIO EL RUBY, VILLAVICENCIO, COLOMBIA.

CASTRO MUÑOZ ANGIE LORENA
GARZÓN MORENO DAVID SANTIAGO

CC BY ND

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
VILLAVICENCIO
2022

ANÁLISIS DE LOS EFECTOS EN LA SALUD AMBIENTAL ASOCIADOS A LA EXPOSICIÓN DE OLORES OFENSIVOS DE POZOS SÉPTICOS DESBORDADOS EN EL BARRIO EL RUBY, VILLAVICENCIO, COLOMBIA.

CASTRO MUÑOZ ANGIE LORENA
GARZÓN MORENO DAVID SANTIAGO

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Ambiental

Director:
JORGE ELIÉCER PARDO MAYORGA
Ingeniero civil e Ingeniero de sistemas
Candidato a Magister en Ordenamiento Ambiental de Territorio

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
VILLAVICENCIO
2022

Autoridades Académicas

Fray José Gabriel MESA ANGULO, O.P.
Rector General

Fray Eduardo GONZÁLEZ GIL, O.P.
Vicerrector Académico General

Fray José Antonio BALAGUERA CEPEDA, O.P.
Rector Sede Villavicencio

Fray Rodrigo GARCÍA JARA, O.P.
Vicerrector Académico Sede Villavicencio

Mg. Julieth Andrea Sierra Tobón
Secretaria de División Sede Villavicencio

Mg. William Peñaranda Zárate
Decano Facultad de Ingeniería Ambiental

Agradecimientos

Agradezco a Dios por darme la vida, a mi madre por ser un ejemplo siempre de fortaleza, constancia, positivismo y apoyo incondicional, siempre confiando en mí capacidades, a mi familia por su afecto y cariño en los momentos difíciles ,siendo ese motor que me empujó a seguir adelante, a Alexis Rueda por siempre darme su voz de aliento y estar ahí cuando lo necesitaba, a David Garzón por aguantarme en este camino con dificultades, siempre mostrándome su apoyo y su amistad incondicional, a mis maestros que fueron una guía durante estos 5 años compartiendo su conocimiento y experiencias que me permitieron ser una persona con vocación y amor en mi profesión, a Kennedy Rueda, por haber puesto su voto de confianza en mí y ayudarme a seguir en mi profesión cuando más lo necesite, al director de este proyecto, Ingeniero Jorge Eliecer Pardo, porque desde el inicio creyó en nosotros, orientándonos siempre con gran carisma y por ser esa motivación que nos hizo creer en nosotros, siempre haciéndonos mejorar. Por último, a mis colegas que estuvieron durante mi proceso académico, gracias por las risas, el apoyo y la paciencia.

Angie Lorena Castro Muñoz

Primeramente doy gracias a Dios por darme la vida, a mi madre y padre por siempre estar a mi lado, apoyándome en cada una de mis decisiones, por su confianza y paciencia, a mi familia por su cariño y escucharme cuando necesite una voz de aliento, a Lorena Castro por siempre estar a mi lado en todo momento, por sus regaños y consejos que me motivaron a seguir adelante ,su amistad incondicional, por hacerme reír y lograr que la universidad no fuera tan aburrida, al director de este proyecto, Ingeniero Jorge Eliecer Pardo, por creer en nosotros y por el tiempo dedicado durante estos últimos 6 meses. Por último, a mis colegas por las risas y momentos que compartimos.

David Santiago Garzon Moreno

Tabla de Contenido

1 Resumen 12

2 Abstract 13

3 Introducción 14

4 Objetivo 16

4.1 Objetivo general 16

4.2 Objetivos específicos. 16

5 Antecedentes 17

6 Marcos de Referencia 20

6.1 Marco Teórico 20

6.2 Marco conceptual 23

6.3 Marco Legal 25

7 Metodología 28

7.1 Fase 1: Diagnóstico inicial de las condiciones presentes en el área de estudio. 28

7.2 Fase 2: Determinación de los aspectos relacionados con los posibles efectos en la salud ambiental. 30

7.3 Fase 3: Establecer la relación existente entre la inmisión de olores ofensivos y la salud ambiental. 36

8 Análisis y discusión de los resultados 40

8.1 Análisis de resultados de las condiciones presentes en el área de estudio. 40

8.1.1 Parámetros de cumplimiento de construcción de pozos sépticos. 42

8.1.2 Análisis parámetros de ubicación 42

8.1.3 Análisis de parámetros de dimensionamiento..... 44

8.2 Resultado confiabilidad de la encuesta. 46

8.3 Resultados de caracterización de la población encuestada. 47

8.3.1 Población encuestada del Barrio el Ruby por nivel de ocupación..... 47

8.3.2 Población encuestada, según estado general de la salud..... 48

8.3.3 Población encuestada, condiciones de salud..... 49

8.3.4 Población encuestada, tiempo de residencia en el área..... 49

8.4 Resultados de caracterización de la percepción de los olores ofensivos. 50

8.4.1 Resultados de la pregunta ¿por lo que usted sabe, que relación tienen los olores ofensivos sobre la salud?..... 50

8.4.2 Resultados de la pregunta ¿Cree usted que la exposición a los olores ofensivos podría relacionarse con problemas de la salud? ¿cuales? 51

8.4.3 Resultados de la pregunta ¿A qué grupo de población cree usted que afecta más los olores ofensivos?..... 52

8.4.4 Resultados de la pregunta ¿usted realiza alguna acción para protegerse de los olores ofensivos? 53

8.5 Resultados de caracterización de los efectos en la salud y calidad de vida de la población encuestada. 54

8.6 Análisis de la validación de la emisión de olor hacia las viviendas. 60

8.7 Mediciones de concentraciones de sulfuro de Hidrógeno ($H2S$) 62

8.7.1 Análisis de los resultados del monitoreo. 63

8.7.2 Mapa de Concentraciones (Exposición). 64

8.8 Análisis de la metodología FIDO 65

8.8.1 Comparación entre el grado de intensidad expresada por la población y la indicada por el método FIDO. 69

8.9 Análisis de los efectos en la salud ambiental 70

9 Impacto Social y Humanístico del proyecto 75

10 Conclusiones 76

11 Recomendaciones 77

12 Referencias 79

13 Anexos 87

14 Anexos fotográficos 100

Listado de Tablas

Tabla 1 Síntomas asociados a diversas concentraciones de $H2S$ 22
Tabla 2 Marco legal 26
Tabla 2 Continuación 27
Tabla 3 Dimensionamiento de los pozos sépticos por número de habitantes 29
Tabla 4 Tamaño de la muestra 31
Tabla 5 *Valores de confiabilidad alfa de Cronbach* 32
Tabla 6 Valores de correlación de Spearman 38
Tabla 7 Formulación de la hipótesis 39
Tabla 8 Resultado de la confiabilidad de los datos, método Alpha de cronbach´s 47
Tabla 9 Resultados de la encuesta a la pregunta No.2 50
Tabla 10 Resultados de la encuesta a la pregunta No.3 53
Tabla 11 Resultados de la encuesta a la pregunta No. 4 54
Tabla 12 Resultado de la pregunta, con qué frecuencia presenta síntomas relacionados con el estado de ánimo 55
Tabla 13 Resultado de la pregunta, con qué frecuencia presenta síntomas relacionados con la irritación en las mucosas 56
Tabla 14 Resultado de la pregunta, con qué frecuencia presenta síntomas en las vías respiratorias superiores 57
Tabla 15 Resultado de la pregunta, con qué frecuencia presenta síntomas gastrointestinales 58
Tabla 16 Resultado de la pregunta, con qué frecuencia presenta síntomas relacionados con la piel 58
Tabla 17 Resultado de la pregunta, con qué frecuencia presenta síntomas denominados como otros 59
Tabla 18 Temperatura registrada en campo vs temperatura obtenida del SISAIRE. 61
Tabla 19 *Velocidad del viento registrada en campo vs obtenida del SISAIRE.* 61
Tabla 20 Frecuencia relativa, tablas FIDO 66
Tabla 21 Frecuencia relativa, grado de ofensividad expresada por la comunidad 66
Tabla 22 Resultados grado de molestia (intensidad) método FIDO, Ofensividad desagradable. 67
Tabla 23 Resultados grado de molestia (intensidad) método FIDO, Ofensivos 68

Tabla 24 Resultados grado de molestia (intensidad) método FIDO, muy Ofensivos..... 68
Tabla 25 Frecuencia relativa, grado de ofensividad expresada por la comunidad. 69
Tabla 26 Correlaciones presentadas para cada uno de los síntomas considerados, teniendo en cuenta su nivel de significancia y el Sexo. 71
Tabla 27 Correlación presentadas para cada uno de los síntomas considerados, teniendo en cuenta su nivel de significancia y la Edad..... 72
Tabla 28 Correlación presentadas para cada uno de los síntomas considerados, teniendo en cuenta su nivel de significancia y Condicionantes de la salud..... 73
Tabla 29 Efectos de la exposición al sulfuro de hidrógeno 74

Listado de Figuras

Figura 1 Análisis estadístico del promedio horario de la velocidad del viento 34
Figura 2 Ubicación y distribución de los pozos sépticos estudiados. 40
Figura 3 Ubicación y distribución de los pozos sépticos desbordados, barrio el Ruby. 41
Figura 4 Resultado en porcentajes cumplimiento de ubicación de los pozos sépticos. 43
Figura 5 Resultado de cumplimiento de los parámetros de dimensionamiento. 45
Figura 6 Resultado del cumplimiento de parámetros de dimensionamiento por casas estudiadas 46
Figura 7 Enfermedades indicadas por la población encuestada en relación a la exposición. 52
Figura 8 Rosa de los vientos, Estación Catumare 60
Figura 9 Rosa de los vientos, Barrio el Ruby 62
Figura 10 Mapa de concentración de emisión de olores ofensivos 65

Listado de Anexos

Anexo 1 Lista de chequeo..... 87
Anexo 2 Encuesta en relación a la percepción y posibles efectos a la salud..... 88
Anexo 3 Tablas FIDO..... 90
Anexo 4 Resultados de la prueba de normalidad..... 91
Anexo 5 Parámetros de la ubicación de los pozos sépticos..... 92
Anexo 6 Parámetros de dimensionamiento de los pozos sépticos..... 92
Anexo 7 Información tabulada en el spss..... 93
Anexo 8 Pirámide poblacional..... 94
Anexo 9 Nivel de ocupación..... 94
Anexo 10 Estado general de la salud..... 95
Anexo 11 Condicionantes de la salud..... 95
Anexo 12 Tiempo de residencia en el área de estudio..... 96
Anexo 13 *Concentraciones de sulfuro de hidrogeno registradas en campo* 97
Anexo 14 Concentraciones registradas para las 8:00 am 98
Anexo 15 Concentraciones registradas para las 1:00 pm 98
Anexo 16 Concentraciones registradas para las 7:00 pm 99
Anexo 17 Evidencia fotográfica de la aplicación de la lista de chequeo y de las encuestas 100
Anexo 18 Evidencia fotográfica de pozos sépticos desbordados 101
Anexo 19 Evidencia fotográfica de los puntos de muestreo y recolección de datos..... 101
Anexo 20 Evidencia fotográfica del registro de velocidad del viento y temperatura..... 102
Anexo 21 Comparación de las concentraciones registradas por ambos detectores..... 102

1 Resumen

Los efectos en la salud ambiental por la exposición a olores ofensivos se encuentra asociado con la ausencia de sistemas de saneamiento básicos como lo son las redes de alcantarillado, convirtiéndose en una problemática de salud pública de poblaciones expuestas a distintas concentraciones de emisiones del olor como lo es el caso del barrio el Ruby, ubicado en la ciudad de Villavicencio, Meta a causa del desbordamiento de pozos sépticos convencionales instalados ante la necesidad de evacuar las aguas residuales domésticas. En relación a lo anterior este estudio de investigación tiene como finalidad analizar los efectos en la salud y calidad asociados a la exposición continua de olores ofensivos (Sulfuro de hidrógeno) y así poder generar un documento de investigación que permita soportar antes los entes gubernamentales competentes la necesidad de implementar un sistema de alcantarillado.

Para ello, inicialmente se identificaron las condiciones iniciales del área de estudio, por medio de la recolección de información técnica referente a la ubicación y dimensionamiento de los pozos sépticos, identificando las zonas donde se presenta dicha problemática(desbordamiento), luego se aplicó el instrumento que permitió recopilar la información pertinente a caracterización poblacional, condicionantes de la salud y frecuencia de síntomas asociados. Posteriormente se realizaron las concentraciones de sulfuro de hidrógeno, durante monitoreos de 7 días continuos.

Para finalmente establecer el análisis de la frecuencia de los síntomas indicados en relación a las concentraciones del olor; para ello se realiza la prueba estadística de correlación de Spearman, teniendo como resultados principales con una correlación perfecta los síntomas como lo son el estrés, cambios de humor, irritación en la nariz. irritación en la garganta y dificultad para respirar con sus respectivos efectos en la salud y calidad de vida presentes debido a los síntomas arrojados.

Palabras Claves: Salud ambiental, calidad de vida, síntomas, emisión, olores ofensivos.

2 Abstract

The effects on environmental health due to exposure to offensive odors is associated with the absence of basic sanitation systems such as sewage networks, becoming a public health problem of populations exposed to different concentrations of odor emissions as is the case of the Ruby neighborhood, located in the city of Villavicencio, Meta due to the overflow of conventional septic tanks installed in the need to evacuate domestic wastewater. In relation to the above, the purpose of this research study is to analyze the effects on health and quality associated with the continuous exposure to offensive odors (hydrogen sulfide) and thus be able to generate a research document that allows to support before the competent governmental entities the need to implement a sewage system.

To this end, the initial conditions of the study area were initially identified through the collection of technical information on the location and sizing of septic tanks, identifying the areas where the problem occurs (overflow), then the instrument was applied to collect information relevant to population characterization, health conditions and frequency of associated symptoms. Subsequently, hydrogen sulfide concentrations were measured during 7 days of continuous monitoring.

To finally establish the analysis of the frequency of the indicated symptoms in relation to the concentrations of the odor, the Spearman correlation statistical test was performed, having as main results with a perfect correlation the symptoms such as stress, mood changes, irritation in the nose, irritation in the throat and difficulty in breathing with their respective effects on health and quality of life present due to the symptoms shown.

Keywords: Environmental health, quality of life, septic tanks, emission, offensive odors.

3 Introducción

A nivel nacional, los olores ofensivos se ha convertido en una problemática relacionada con el saneamiento básico, esto como consecuencia de la falta y deficiencia en algunos casos de servicios públicos como lo son las redes de alcantarillado sanitarios que cumplen la función de la evacuación y disposición de las aguas residuales domésticas, esto como consecuencia de la insuficiente planeación estructural por parte del estado y las autoridades competentes que tengan en cuenta esta problemática (Fernández, 2008). Debido a que en algunas comunidades al estar localizados en áreas que no se encuentran contempladas dentro del plan territorial carecen de infraestructura urbana básica como el acceso de servicios básicos (Gouverneur, 2015).

Esas falencias, se relacionan con aspectos sanitarios como lo son la generación de olores ofensivos que repercuten negativamente en la salud y calidad de vida como molestias en poblaciones expuestas, la continua exposición tanto a bajas como a altas concentraciones puede generar consecuencias, las cuales se ven asociadas con molestias respiratorias, reacciones fisiológicas que producen efectos adversos al sistema nervioso (Homez, 2014). Cabe mencionar también que los olores ofensivos también afectan el bienestar de las personas, causando molestias en labores diarias por ende la calidad de vida de la población (Canales, 2007).

Sin embargo, la contaminación por olores ofensivos, actualmente por parte de las autoridades locales competentes, no ejercen el debido control en relación a la inspección, vigilancia y gestión, debido a los pocos estudios y metodologías implementadas, bajo control regulatorio normativo para evaluar y determinar los efectos en la salud y calidad de vida sobre poblaciones expuestas a este tipo de contaminación (Baena, 2012).

Los olores ofensivos se perciben de manera inmediata por el sentido del olfato, debido a que la respuesta del olor está directamente relacionado con el sistema nervioso (cerebro), lo que conlleva a efectos en el estado de ánimo, como lo es el estrés, sistema inmunitario y el sistema endocrino (Maldonado, 2012), además, los efectos asociados a la exposición de los olores se ve conectado por el tipo de sustancia generadora del olor, como es el caso del sulfuro de hidrógeno que es considerado como un generador de olores ofensivo según el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible (MADS), caracterizado por ser un gas que produce un olor característico a huevo podrido y su exposición puede generar riesgos peligrosos como irritación en los pulmones

(bronquitis, neumonía) a altas concentraciones y en bajas concentraciones irritación en la nariz, dolor de cabeza, fatiga y mareos (Bas, 2017).

Además, cabe mencionar que la percepción de los olores ofensivos no es igual para todo tipo de personas, es decir algunos receptores se acostumbran con mayor facilidad convirtiéndose en algo no específico (Minsalud, 2012). Frente a esta problemática las consecuencias por la falta de control y estudios que analicen los efectos asociados en la salud pública no han permitido establecer e implementar estrategias como la instalación de redes de alcantarillado.

Teniendo en cuenta lo anterior este trabajo tiene como finalidad, iniciar la investigación en relación con la contaminación por olores ofensivos a nivel local y que pueda servirles a los entes gubernamentales tomar acciones debido a la falta de información referente, del mismo modo dar a conocer la problemática actual que vive la comunidad del Barrio el Ruby, debido a la ausencia de un sistema de alcantarillado viéndose obligados a la construcción de pozos sépticos convencionales como alternativa para el manejo de aguas domésticas (Prindle, 1967), los cuales han presentado el colapso y desbordamiento de los mismos desde el año 2018 hasta en la actualidad, siendo el causante de la emisión de olores ofensivos y efectos en la salud y calidad de vida relacionados.

Es así que sabiendo la importancia de mejorar las condiciones sanitarias y del bienestar de la población este proyecto vincula un ámbito social en el que se considera la percepción (encuestas) de los habitantes durante trabajo de campo en relación con la exposición de las concentraciones de sulfuro de hidrógeno(mediciones) y los efectos asociados, proporcionándoles un documento base que involucre la problemática para agilizar la instalación de un sistema de alcantarillado que actualmente se encuentra ponente y en revisión por la alcaldía, permitiendo así mejorar la calidad de vida de la comunidad y disminuir los efectos en la salud ambiental.

4 Objetivo

4.1 Objetivo general

Analizar los efectos en la salud ambiental asociados a la exposición de olores ofensivos de pozos sépticos convencionales, en el Barrio el Ruby, Villavicencio, Colombia.

4.2 Objetivos específicos.

- Identificar las condiciones presentes en el área de estudio, asociados al estado de los pozos sépticos, caracterizando las zonas de mayor desbordamiento.
- Determinar los aspectos relacionados con la salud ambiental que influyen en los posibles efectos en la población expuesta, mediante el uso de herramientas olfato métricas.
- Establecer la relación existente entre la emisión de olores ofensivos y la salud ambiental de la población sujeta a estudio.

5 Antecedentes

Los efectos relacionados con la exposición de olores ofensivos, es una problemática que se encuentra ligada con el desarrollo de las actividades antrópicas inadecuadas, dando como resultado efectos adversos en la salud humana y a la disminución a los estándares de calidad de vida; este tipo de problemáticas requieren estudio, los cuales integren estándares técnicos de análisis y control que permitan conocer los aspectos y los impactos de la contaminación por olores ofensivos, en la búsqueda de reducir las afectaciones relacionada en la salud ambiental.

Desde un ámbito internacional, García A. (2017) establece "el análisis preliminar del impacto en la población por la contaminación de olores ofensivos", el cual empleó una metodología de tipo mixta, inicialmente identificaron la fuente de inmisión realizando un análisis químico, que consiste en la toma de una muestra gaseosa del lugar de inmisión, para posteriormente analizar su composición, de igual forma se tuvieron en cuenta las condiciones atmosféricas, delimitando el área y la población afectada por medio de encuestas, en cuanto al enfoque cualitativo hicieron uso de olfatometría de campo; la autora identificó por medio de revisión bibliográfica los posibles efectos en la salud como lo son la depresión, mareo e interacción con otros sistemas sensoriales o biológicos debido a la exposición a diversos contaminantes como lo son H_2S y NH_3 (García, 2017). Por su parte, la Universidad de Turku, expone previamente los efectos en la salud persistentes, indicando que si existe una relación entre la inhalación de olores ofensivos y sus efectos adversos en la salud de la población mencionados anteriormente (Aatamila, 2018), del mismo modo la universidad Jiao Tong, por medio de su estudio respalda nuevamente los diversos efectos que la exposición a olores ofensivos genera en la salud (Zhaowen. 2019).

De igual forma F, Lucernoni (2018), establece que no existe un método seguro y eficiente para cuantificar los olores ofensivos por lo que plantea 5 métodos para calcular las concentraciones de olores ofensivos a los que se expone una persona, teniendo en cuenta métodos experimentales, computacionales, determinando que el método más efectivo es el de túnel enfocado en la detección de olores ofensivos en un área específica estableciendo intensidad duración y ofensividad (Lucernoni, 2018).

Así mismo Zhang Y. (2020) realiza una evaluación del impacto de molestias por olores, haciendo uso de una metodología mixta y de muestreos olfatométricos junto a un análisis químico de los compuestos orgánicos volátiles que generan una molestia a la población aledaña al

vertedero, dando como resultado que los compuestos de oxígeno presentan una mayor intensidad y ofensividad en el vertedero en base a la inmisión total siendo el contaminante odorífero más relevante (Zhang, 2020). Por otro lado, el estudio realizado por Hoang T. (2020), evidencia la importancia de la geografía y el tiempo de exposición puesto que influyen en la forma en cómo se dispensan los olores y en cómo son percibidos por la población, llegando a la conclusión que entre mayor sea el tiempo de exposición es más probable que se acostumbren a ellos disminuyendo su grado de molestia pero que al presentar tiempos de exposición menor denotan un mayor grado de molestia y respuestas negativas (Hoang, 2020).

Por otro lado, Piccardo. (2022), evidencia por medio de su investigación la relación existente entre compuestos como los sulfuros, la contaminación por olores y los riesgos para la salud que estos representan, llegando a la conclusión que la mezcla de compuestos pueden llegar a tener un riesgo crónico o cancerígeno para la salud humana, en cuanto a los sulfuros hacen énfasis en que estos son fácilmente percibidos por la población en bajas y altas concentraciones entre 0.5 a 50 ppb, generando molestias y representando un riesgo para la salud generando fatiga olfativa, afectando órganos y tejidos como pulmones y cerebro, dando como resultado de la investigación, que los olores son un gran problema en la salud ambiental, viendo la necesidad de que las instituciones gubernamentales integren estudios, alternativas que permitan en conjunto brindar soluciones a esta problemática un poco desconocida.

En Colombia, se han realizado estudios y/o revisiones bibliográficas que permiten evaluar las consecuencias de los impactos a causa de la inmisión de olores ofensivos, teniendo como propósito, establecer estrategias o medidas que permitan mejorar la salud de la población y su calidad de vida, un estudio realizado por Ramos & Bermúdez en (2018), donde menciona como la exposición frecuente a los olores ofensivos generado a partir de uno de los factores problemáticos de la calidad del aire en relación con las emisiones de moléculas odoríferas al ambiente, dando como resultado una calidad del aire inadecuada generando efectos a la salud de la población expuesta. La revisión bibliográfica también contempla los componentes en las que se exponen constantemente a causa de las actividades industriales siendo el Amoniaco, Dióxido de azufre, Mercaptanos y Sulfuro de hidrógeno compuestos presentes en la generación de olores ocasionando enfermedades en las personas como estrés, náuseas, vómito, insomnio e incluso pérdida de la memoria, del mismo modo el estudio, permite identificar los factores que se encuentran presentes

en los contaminantes odoríferos y cuáles son los efectos en relación con cada uno de los expuestos (Bermúdez, 2018).

Así mismo un estudio realizado en el departamento de Cundinamarca en el año 2019, de la Universidad de la Salle, a través de su tesis realiza un análisis descriptivo de los impactos que se presentan en la población asociado a la generación de olores ofensivos, con el propósito de evaluar e identificar las condiciones sociales y las enfermedades vinculadas. Esta investigación establece un estudio cuantitativo y cualitativo, donde se analizan registros de niveles de concentración de contaminantes odoríferos e identificación de condiciones sociales asociados que afectan la calidad de vida haciendo uso de analizadores automáticos y olfatometría dinámica, este trabajo se relaciona con el objetivo del estudio, ya que propone técnicas estandarizadas y normativas que permiten abordar una estructura para el análisis de los efectos de la problemática planteada (Veloza, 2019).

De igual manera en un estudio de investigación, en el año 2018 en el municipio de Santafé, Antioquia, el cual tenía como fin establecer medidas que permitieran mitigar la generación de partículas odoríferas disminuyendo la percepción de la población expuesta, por medio de la cuantificación y comparación de dos NTC 6012 estudios de olfatometría dinámica de acuerdo a lo planteado en la NTC 5880 del 2011,el cual les permitió identificar las tasas de emisión de olor en cada una de las etapas del proceso, para posteriormente establecer un modelo de dispersión de olores en diferentes años, permitiéndoles analizar el área y la población de mayor afectación por las inmisiones de olores ofensivos (Calderón, 2020).

Por otra parte, Angulo Valencia, realiza el estudio para el centro de investigaciones de medio ambiente, en el año 2020, donde se desarrolló un proyecto de investigación el cual establece los efectos en el medio ambiente y en la salud pública de la población, expuesto a inmisión de olores en el departamento del Valle del cauca, para el caso de este estudio se basó en una metodología con un enfoque mixto, donde desde el punto de vista cualitativo estableció los aspectos relacionados con la calidad de vida mediante observaciones realizadas en el área de estudio y entrevistas estructuradas, el cual permitió cuantificar los hallazgos obtenidos, donde finalmente permitió analizar la relación directa entre la exposición a olores ofensivos y la salud de la población (Ángulo, 2020).

6 Marcos de Referencia

6.1 Marco Teórico

El saneamiento ambiental es un conjunto de factores y acciones necesarias para mejorar el bienestar social como lo es la salud y calidad de vida de las personas lo que significa que cuando no se garanticen esas condiciones se puedan presentar repercusiones relacionadas con efectos en la salud, es así que en la búsqueda del desarrollo de elementos efectivos para la disminución de riesgos y en busca de un ambiente sano, se ve involucrada la salud ambiental como estrategia que implica el análisis de determinantes sociales y sanitarios frente a las exposiciones de comunidades vulnerables (Yassi, 2019). Además, comprende aspectos de salud humana y calidad de vida sabiendo su importancia, lo anterior se encuentra respaldado dentro del plan decenal de salud pública, el cual se enfoca en atender de forma prioritaria las necesidades sanitarias de las poblaciones en riesgo (PDSP 2021-2021).

Aun así, la falta o deficiente implementación de sistemas de saneamiento se ha convertido en una problemática conforme a los efectos en la salud pública, dentro de los factores de servicios básicos, se encuentra la implementación de redes de alcantarillado, el cual tiene como propósito la evacuación de las aguas residuales para su posterior tratamiento, siendo éste indispensable en la reducción de riesgos en la salud y causar problemas sanitarios (Muniz, 2018).

Estudios exponen, que la no correcta evacuación de las aguas residuales, ha generado distintos aspectos, siendo uno de ellos la emisión de olores ofensivos el cual es el causante del desarrollo de distintas enfermedades al estar en constante exposición a sustancias odoríferas, Escalona (2014) menciona que los efectos que se ven directamente relacionados, corresponden a problemas generados en el sistema sensorial y sistema nervioso, esto debido a que los receptores del olfato son muy sensibles, debido a que presentan un umbral de estimulación bajo, generando una respuesta inmediata en las personas (Escalona, 2014).

Sustancias generadoras del olor como lo son el sulfuro de hidrógeno (H_2S), amoniaco y compuestos orgánicos volátiles son algunas de las que se encuentran presentes en las aguas residuales, siendo estas sustancias de acuerdo a su toxicología el causante de enfermedades respiratorias, dermatitis, irritación en los ojos, gastrointestinales y efectos en el sistema

cardiovascular (Minsalud, 2012). Estas enfermedades se pueden presentar, teniendo en cuenta el grado de concentración (bajas o altas concentraciones) y el tiempo de exposición constante.

Por otro lado, el sulfuro de hidrógeno, se genera debido un proceso biológico bajo condiciones anaeróbicas, se trata de un ácido inorgánico, el cual dentro de sus características físicas es un gas incoloro, odorífero; característico olor a huevo podrido. Desde el punto de vista químico es un gas inflamable, altamente tóxico a una exposición de concentraciones significativas (0.007 mg/m3), siendo este más pesado que el aire, permitiendo la acumulación del mismo en la parte del suelo (Bas, 2017).

En relación a lo anterior, es importante mencionar que sustancias como lo son el sulfuro de hidrógeno presenta una concentración mínima de percepción de 0.008 a 0.1 ppm, a diferencia del amoniaco que es de 5 a 25 ppm (Hómez, 2014). Esto hace que de acuerdo a su umbral de olor (concentración mínima en la que se percibe el estímulo), el ser humano pueda detectarlo en menor concentración, caso del sulfuro de hidrógeno; donde por medio del sistema olfativo y al epitelio olfativo, que actúa como receptor de proteínas G, es decir moléculas con la capacidad de ser percibidas una vez son inhaladas, pasando por las fosas nasales en dirección a la faringe, seguido de la laringe, terminando en los alvéolos, donde se realiza el intercambio gaseoso, momento en el cual reaccionan las células receptoras de la nariz, generando una estimulación cerebral, lo que desencadena la percepción de los olores.

Es por esto que el sulfuro de hidrógeno es fácilmente percibido en labores cotidianos, afectando la calidad de vida y provocando síntomas como el lagrimeo, dolor de cabeza, pérdida del sueño, pérdida de apetito, mareos, irritabilidad, tos, pérdida del olfato y en concentraciones muy altas conjuntivitis, pérdida del conocimiento o en altas concentraciones la muerte como se puede observar en la tabla 1 (Montoya, 2020).

Tabla 1

Síntomas asociados a diversas concentraciones de H_2S

Concentración (mg/m3)	***Síntomas/efectos***
0.11 – 0.33	*Concentraciones de fondo típicas.*
10 - 1500	*Umbral de olor (cuando algunos perciben por primera vez el olor a "huevo podrido"). El olor se vuelve más ofensivo a 30000- 50000 mg/m3.*
2000 - 5000	*La exposición prolongada puede causar náuseas, lagrimeo de los ojos, dolores de cabeza o pérdida del sueño. Problemas de las vías respiratorias (constricción bronquial) en algunos pacientes con asma.*
20000	*Posible fatiga, pérdida de apetito, dolor de cabeza, irritabilidad, mala memoria, mareos*
50000 - 10000	*Ligera conjuntivitis ("ojo de gas") e irritación del tracto respiratorio después de 1 h. Puede causar malestar digestivo y pérdida del apetito.*

Nota: Listado de síntomas asociados al sulfuro de hidrógeno, para cada una de las concentraciones de H_2S *en* (mg/m^3).

Adaptado por E. Montoya & D. Escobar. (2020). Estudio de generación de emisiones de H_2S *y posibles alternativas de control.*

A partir de lo anterior, se observa la importancia de realizar estudios, que permita determinar los efectos en la salud pública asociado a las concentraciones de la exposición de olores ofensivos; es así que se han abordado distintas metodologías de tipo analíticos y descriptivos, donde se plantea como metodología, el uso de encuestas tipo Likert basadas en la metodología diseñada por Rensis Likert, donde por medio de su trabajo de investigación plantea que este instrumento permite evaluar una variable teniendo en cuenta su grado de relación que en su mayoría se expresa con números del 1 al 5, estableciendo de forma cuantitativamente los datos cualitativos permitiendo al investigador transformar variables en números que puedan ser fácilmente analizados (Likert R, 1932).

Para la posterior identificación y caracterización de los posibles fenómenos asociados con la exposición a olores ofensivos como lo es la infraestructura de los pozos sépticos, mediante trabajo de campo por medio de la implementación de encuestas en torno a la percepción de la población en relación a síntomas como estrés, irritación en la mucosa, dolor de cabeza, entre otros, el cual permite recolectar información de tipo cualitativo y de ese modo analizar la problemática planteada (Castillo, 2013), del mismo modo el método analítico permite establecer el grado

concentración de las sustancias gaseosas, haciendo uso de mediciones directas, que en relación con los datos obtenidos de las encuestas, se identifica la asociación entre la exposición y los efectos (salud ambiental), haciendo uso índices de correlación como lo es el de Spearman, permitiendo evaluar las asociaciones que presentan mayor riesgo en las personas (Castillo, 2013).

Ambas metodologías permiten obtener la información necesaria en el desarrollo del proyecto, el cual recopila datos, hipótesis y otras variables al establecer métodos característicos para una investigación y de este modo sea válida al momento de generar una interpretación de cualquier objeto de estudio (Arteaga, 2017). Por otro lado, conocer el comportamiento de los gases, en cuanto a cómo la radiación solar, actúa como factor determinante a la hora de realizar mediciones, debido a que el aumento de la radiación, influye directamente en el aumento de la temperatura del suelo, alterando y aumentando la densidad de los gases, atrapándolos en el suelo, aumentando su concentración y la generación de olores ofensivos (IDEAM, 2020).

Por otro lado existen metodologías más complejas, esto debido a que requieren de expertos y equipos especializados como lo es el caso de las técnicas sensoriales y olfatometría dinámica, donde se evalúan las diluciones con aire limpio para detectar el umbral de detección del olor, que de la mano con ensayos donde se utiliza el olfato humano como sensor, llegando a determinar el grado de molestia con el fin de identificar si realmente las emisiones generadas afectan directamente la salud humana y ser sujeto de quejas por parte de la población aledaña (Minsalud, 2012).

De igual forma podemos encontrar metodologías enfocadas en la olfatometría dinámica como lo son las narices electrónicas, la modelación de datos, espectrómetros infrarrojos, metodologías enfocadas en valorar la contaminación generada por olores ofensivos

Finalmente, los enfoques relacionados anteriormente son de gran importancia al momento de analizar los efectos asociados en la salud a causa de la exposición de olores ofensivos, en el cual se consideran todas las condiciones desde un punto de vista técnico y de percepción de las comunidades afectadas a esta problemática.

6.2 Marco conceptual

Los asentamientos urbanos informales se caracterizan por aspectos en los que su condición legal no es la adecuada, haciendo referencia a la manera de posicionarse en un terreno que está

afuera de las normas establecidas por las autoridades encargadas del ordenamiento territorial, otro de los aspectos que los caracterizan, se debe a la falta de infraestructura básica, ya que dicha ilegalidad no les permite tener acceso a servicios básicos como lo son, los sistemas de alcantarillado (Massidda, 2018), que debido a su sistema de evacuación de aguas residuales y pluviales impide la propagación de agentes infecciosos y de posibles enfermedades relacionadas con aguas negras y así mismo realiza el debido transporte de estas aguas a una planta de tratamiento de aguas residuales para verterlas nuevamente al cuerpo de agua con una menor concentración de contaminantes y residuos, que en ausencia de un sistema de alcantarillado se recurre a la instalación de pozos sépticos.

Para el tratamiento de las aguas residuales domésticas, el cual consisten en la construcción de un sistema de forma rectangular que se encuentra enterrado y sellado, que tiene la capacidad de recolectar y almacenar las aguas negras que salen como residuos (sólido y líquido) de los hogares, donde este tipo de sistemas convencionales permite la digestión de la materia orgánica y mediante un proceso de decantación, permite que la materia orgánica sólida pase al fondo y los residuos líquidos se acumulen en el tanque. (Solarte, 2011).

Por otro lado, el desbordamiento de los pozos sépticos en el área de estudio, son considerados como fuente de emisión de olores ofensivos**,** los cuales son generados comúnmente por actividades antrópicas, siendo establecidas como un olor el cual genera en la población percepción inmediata de fastidio, malestar lo que en el marco de la salud ambiental se considera como un efecto adverso a la salud de la población expuesta (Aparicio, 2020), componente que se encuentra relacionada con los impactos en el medio ambiente y desmejoramiento de la calidad de vida de las comunidades expuestas como se plantea en el PDSP 2012-2021 (Ordoñez, 2000.). Así mismo en relación a la salud ambiental el gobierno tiene como meta establecer la relación entre la participación social, determinantes sanitarios y ambientales, para reducir el impacto generado a la salud y al bienestar de las comunidades

De igual forma es importante mencionar que existen dos tipos de fuentes generadoras de olores ofensivos, de acuerdo a la norma nacional (Decreto 948 de 1995), la emisión hace referencia a la liberación o descargas de contaminantes hacia la atmósfera, provenientes de fuentes fijas o móviles.

La inmisión alude a la transmisión de moléculas contaminantes de una fuente o de la atmósfera a un receptor, es decir que la inmisión realiza la acción opuesta de la emisión,

estableciendo la concentración de los olores ofensivos a nivel troposférico (Minambiente, 2022). Por tanto, la inmisión de los olores ofensivos, puede causar sensaciones desagradables al sistema olfativo, esto debido a su composición química. Dentro de las propiedades químicas establecidas en los olores ofensivos presentes en las aguas residuales de tipo doméstico, se encuentran constituidos la combinación de distintas sustancias orgánicas como inorgánicas, encontrándose en estados gaseosos y vapores (Lozada, 2019). El causante principal de la generación de olores ofensivos corresponde a los sulfuros.

En relación a lo anterior los sulfuros son sustancias inorgánicas, el cual mediante la descomposición y producción de bacterias anaerobias dan como resultado la generación de gases inorgánicos con característica de toxicidad y explosivos, como lo son el sulfuro de hidrógeno también conocido como ácido sulfhídrico, sulfuro de dimetilo y dicloruro de azufre. Donde debido a su composición el sulfuro de hidrógeno es la sustancia que emite olor significativo (Bermudez, 2018).

En las aguas residuales domésticas también se relacionan otro tipo de sustancias aparte del sulfuro de hidrógeno como lo son, el amoniaco, metano y dióxido de carbono. Es importante mencionar que sustancias como el amoniaco son fuentes también generadoras de olores ofensivos en aguas residuales, sin embargo, se resalta que el sulfuro de hidrógeno es un compuesto más oloroso presente en las aguas residuales, debido a que su umbral de olor es menor (1 ppb), lo que significa que la percepción de este tipo de olores ofensivos es más rápida en la población (Madalengoitia, 2021).

La exposición a concentraciones de partículas odoríferas, establecen un grado de molestias o sensaciones en la población. Las partículas odoríferas presentan un alto estado de volatilidad siendo transportado por el recurso aire, el cual permite la liberación a la atmósfera siendo percibidas por el sistema olfativo, donde estas partículas logran llegar hasta las mucosas olfativas (Rincón, 2018).

Sin duda alguna las inmisiones de olores ofensivos, genera malestar o efectos en la salud humana, la organización mundial de la salud (OMS) indica que cualquier alteración de forma física como también emocional hace parte de los efectos en la salud, a causa de la inmisión de olores ofensivos de la población expuesta, en ella se relacionan enfermedades neurotóxicas, cambios de hipersensibilidad, pérdida del sentido del olfato, genera mayor generación de hormonas de estrés entre otros (OMS, 2022).

6.3 Marco Legal

Tabla 2

Marco legal

NOMBRE	*DESCRIPCIÓN*	*APLICACIÓN*
Ley 9 de 1979	*Las normas generales que servirán de base a las disposiciones y reglamentaciones necesarias para preservar, restaurar u mejorar las condiciones necesarias en lo que se relaciona a la salud humana.*	***ART 12.*** *Toda edificación, concentración de edificaciones o desarrollo urbanístico, localizado fuera del radio de acción del sistema de alcantarillado público, deberá dotarse de un sistema de alcantarillado particular o de otro sistema adecuado de disposición de residuos.*
Decreto 948 de 1995	*Establece las normas y principios generales para la protección atmosférica y así mismo las normas básicas para la fijación de estándares de emisión de olores ofensivos.*	***ART 2****. Por medio del cual se define que es un olor ofensivo.* ***ART 21****. Prohíbe el funcionamiento de establecimientos generadores de olores ofensivos en zonas residenciales*
Resolución 1541 de 2013	*Por medio de la cual se establecen los niveles permisibles de calidad del aire o de inmisión, el procedimiento para la evaluación de actividades que generan olores ofensivos y se dictan otras disposiciones.*	***ART 5, 6****. Permite identificar las sustancias gaseosas emitidas por parte de las diferentes actividades antrópicas.* ***ART 18****. Protocolo para el monitoreo, control y vigilancia de olores ofensivos.*
Resolución 2087 de 2014	*Por medio de la cual se adopta el protocolo para el monitoreo, Control y Vigilancia de olores ofensivos.*	***3.2****. Establece el procedimiento para la evaluación de la queja y posteriormente determinar olores ofensivos y así mismo la metodología para reducir el impacto de los olores ofensivos.*
NTC N° 6012 (Norma VDI 3883).	*Contiene el procedimiento para la ejecución de encuestas que miden directamente la magnitud de los efectos adversos derivados de los impactos de olor que se repiten en una comunidad.*	*Proporciona un instrumento de olfatometría piloto y el tamaño requerido para la muestra a partir del riesgo alfa y la magnitud relativa del efecto*
Norma VDI 3940	*Establece los impactos por olores ofensivos*	***Cap. 2.*** *Metodologías para la cuantificación de olores ofensivos*

Tabla 3

Continuación

CONVENIO COOPERACIÓN TÉCNICA No. 485/10 de 2012.	*Establece los lineamientos para la vigilancia sanitaria y ambiental del impacto de los olores ofensivos en la salud y calidad de vida de las comunidades expuestas en áreas urbanas.*	***Página 25.*** *Establece las principales actividades generadoras de olores ofensivos para fuentes difusas (pozos).* ***Página 35, 36****. Establece las metodologías para el registro cualitativo y cuantitativo de olores ofensivos por medio de mediciones de campo y tablas FIDO (frecuencia, duración, intensidad y ofensividad).*
Plan decenal de salud pública 2012-2021	*es indicativo y contiene los principios rectores de política y las acciones fundamentales de intervención del entorno, de los comportamientos, de los servicios de salud y de la participación social*	***3.*** *La salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social, indicando que los servicios sanitarios hacen parte integral de la definición de desarrollo, siendo considerado como un indicador de bienestar social* ***Objetivo N°2.*** *mejorar las condiciones de vida que modifican la situación de salud y disminuyen la carga de enfermedad existente*

Nota: Marco normativo legal referente al desarrollo del proyecto de investigación de análisis de efectos en la salud ambiental por la inmisión de olores ofensivos. Por Castro & Garzón (2022).

7 Metodología

El presente proyecto de investigación plantea una metodología con un enfoque experimental, en el que se estudia la percepción de los habitantes en relación a la frecuencia de síntomas asociados a la exposición de olores emanados como consecuencia del colapso y desbordamiento de los pozos sépticos convencionales presentes, esta información recolectada fue llevada a cabo mediante una encuesta de percepción diseñada con un sistema de clasificación **"Escala Likert",** donde por medio de estadística de tipo descriptivo se logra cuantificar los datos obtenidos por este métodos. Asimismo, se determinan las concentraciones (mg/m3) a través de un sensor de gas de sulfuro de hidrógeno (H_2S), siendo esta una de las sustancias generadoras del olor que se encuentra presente en las aguas grises, permitiendo así analizar los efectos en la salud y calidad de vida relacionados con la percepción y la exposición del olor (concentración) para los habitantes del barrio el Ruby.

De acuerdo a esto, se desarrollaron 3 fases metodológicas, planteadas cada una con sus respectivas actividades y resultados esperados.

7.1 Fase 1: Diagnóstico inicial de las condiciones presentes en el área de estudio.

Por medio de la metodología de observación y recolección de datos durante trabajo de campo (Ramírez, 2011), se logra recopilar información primaria referente a las condiciones actuales de los pozos sépticos, esto con la finalidad de poder establecer los factores causantes con respecto a infraestructura, dimensionamiento y mantenimiento del desbordamiento de los mismos en calles y vías principales.

Para ello se empleó como herramienta metodológica una lista de chequeo (**Anexo 1**), en el que para su construcción se tuvo en cuenta los parámetros de dimensionamiento en relación con el el número de habitantes por vivienda relacionado en la Tabla 3 y los materiales de construcción presentados en la guía de construcción de pozos sépticos domiciliarios creado por Humberto (2018). Del mismo modo se consideran las especificaciones generales con respecto a los parámetros de ubicación indicadas en la norma técnica colombiana (NTC 247) presentada en la guía por la empresa pública de Medellín (EPM, 2022). Para la selección

de los pozos sépticos a estudiar se consideró una distribución equitativa para cada uno de los 5 sectores que conforman el barrio, de tal forma que los datos obtenidos fueran representativos del área de estudio confirmando que las falencias presentadas se repiten en la mayoría de los pozos sépticos instalados.

Es así que, mediante inspecciones realizadas en campo, fue posible la recolección de los datos para cada uno de los pozos sépticos estudiados, teniendo en cuenta el registro de las respectivas coordenadas geográficas obtenidas haciendo uso del sistema de posicionamiento global (GPS). Con el fin de representar la distribución de cada uno de los pozos estudiados en un plano 2D por medio del *software* (ArcGIS 10.5).

De igual forma durante el trabajo de campo se identifican los pozos sépticos que presentan desbordamiento teniendo en cuenta sus respectivas coordenadas geográficas evidenciando las áreas de mayor afectación.

Tabla 4

Dimensionamiento de los pozos sépticos por número de habitantes

Dimensionamiento de los pozos sépticos por número de habitantes				
No. Habitantes (Hab)	**Volumen total mínimo (m3)**	**Profundidad total desde el ras del suelo H (m)**	**Ancho total A(m)**	**Largo total L (m)**
1 a 5	3	1.65	1.10	2.00
6 a 10	3	1.65	1.40	2.60
11 a 15	3	1.65	1.70	3.20
16 a 20	3	1.65	1.90	3.60
21 a 25	3	1.65	2.10	4.00
26 a 30	3	1.65	2.30	4.40

Nota: Parámetros mínimos de dimensionamiento de pozos sépticos por número de habitantes.

Adaptado de la guía de construcción del ministerio de medio ambiente y agua. (2018). Guía de construcción de pozos sépticos a nivel domiciliario.

7.2 Fase 2: Determinación de los aspectos relacionados con los posibles efectos en la salud ambiental.

Para el desarrollo de esta fase se dividió en tres partes para así facilitar su ejecución; la primera correspondió a la recopilación de la información asociada a la percepción del olor ofensivo, percepción de los efectos en la salud y calidad de vida, condición de salud y datos básicos de las personas encuestadas, para ellos se aplicó la encuesta de evaluación de impactos de olores ofensivos en la salud indicada en el documento que titula ”Lineamientos para la vigilancia sanitaria y ambiental del impacto de los olores ofensivos en la salud y calidad de vida de las comunidades expuestas en áreas urbanas”, siendo este un instrumento validado y publicado por el ministerio de salud y protección social para su objetivo de valoración de los efectos por los olores ofensivos (**Anexo 2**).

Para la aplicación de la encuesta se estableció el tamaño de la muestra en el que se consideró la metodología de muestra finita, el cual tiene como finalidad tener un tamaño de muestra representativa a partir de su característica principal, es decir tiene un valor explícito o cerrado que para este caso corresponde a 1964 habitantes y así poder obtener una muestra significativa y mejor interpretación en los datos recolectados, en el que para este caso se utilizó la metodología suministrada por (Aguilar, 2005).

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

Donde:

n: Tamaño de la muestra

Z: Nivel de confianza considerada

p: Probabilidad de que pueda ocurrir el evento

q: Probabilidad de que no ocurra el evento (1- p)

e : Porcentaje de error de estimación

N: Tamaño de la muestra

Considerando los datos presentados en la Tabla 4, se establece el tamaño de la muestra para analizar los efectos en la salud ambiental de acuerdo a la percepción de la población.

El cual pretende recopilar los datos obtenidos por medio de la encuesta, con una probabilidad del 95%, la cual refleja un nivel de confianza considerable y significativo, que sumado a un porcentaje de error del 5% asegura que los resultados obtenidos sean representativos y así mismo se tuvo en cuenta una probabilidad de 0.5 debido a que no se conoce el valor de (p), por lo que se plantea un 50% de que ocurra o no el evento, siendo el valor más seguro para calcular el tamaño de la muestra (Aguilar, 2005).

Tabla 5

Tamaño de la muestra

parámetro	N (Tamaño de la población)	Z (95%)	e (Error aceptado)	p (probabilidad)	n (tamaño de la muestra)
Valor	1964	1.96	5%	0.5	94

Nota: Castro & Garzón (2022).

Por otra parte, con el objetivo de establecer la confiabilidad de los datos recopilados durante la encuesta, se realizó una prueba piloto en el área de estudio, donde para este caso el número de encuestas realizadas correspondió al 20% del tamaño de la muestra, es decir 18 encuestas aplicadas aleatoriamente. Donde una vez recopilados los datos se procedió a organizar la información suministrada en el ítem que relaciona la percepción de los efectos en la salud y calidad de vida, teniendo en cuenta que las preguntas planteadas son de tipo likert (Aguilar, 2005), el cual indica la frecuencia con que se presentan los síntomas asociados a causa de la exposición de olores ofensivos, para finalmente establecer la confiabilidad de la encuesta.

Para este caso la calificación asociada con los síntomas se indicó de la siguiente manera:

- Frecuencia a presentar los síntomas

1 = Diario, 2 = Cada semana, 3 = Cada mes, 4 = Pocas veces, 5 = Nunca; por ejemplo, con qué frecuencia presenta irritación en la nariz, etc.

Una vez organizada la información de la siguiente forma; preguntas (columnas verticales) y respuesta (filas horizontales) en tablas de excel, se ingresaron los datos al software *SPSS Statistical Software (27.0)* para su posterior análisis de confiabilidad, que consta de hacer uso de la herramienta de análisis de fiabilidad, donde para la interpretación de los datos se empleó la metodología de alfa de Cronbach, la cual agrupa todos los valores ingresados al software y establece la relación entre las preguntas y las respuestas suministradas, dando un valor entre 0 y 1 (Oviedo, 2005), en el que se explica de acuerdo a los rangos presentados a continuación:

Tabla 6

Valores de confiabilidad alfa de Cronbach

Valores de Alfa	Interpretación
< 0,50	Inaceptable
0,50 – 0,59	Poco aceptable
0,60 – 0,69	Cuestionable
0,70 – 0,79	Aceptable
0,80 – 0,89	Buena
0,90 - 1	Excelente

Nota: Criterios para el análisis e interpretación de confiabilidad de datos.
Adaptado de la revista científica de América Latina (Heidi Celina Oviedo 1, Adalberto Campo Arias2, 2005). Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach.

Para la aplicación de la encuesta se consideró realizarla de manera aleatoria alrededor de los puntos de monitoreo establecidos y verificados.

La segunda parte de esta fase hace referencia a la determinación y verificación de los puntos de medición, para ello se tuvo en cuenta la información suministrada por los habitantes y lo observado durante trabajo de campo en relación con las zonas que presentan mayor emisión de olor (pozos desbordados). Estableciendo así 10 puntos de monitoreo.

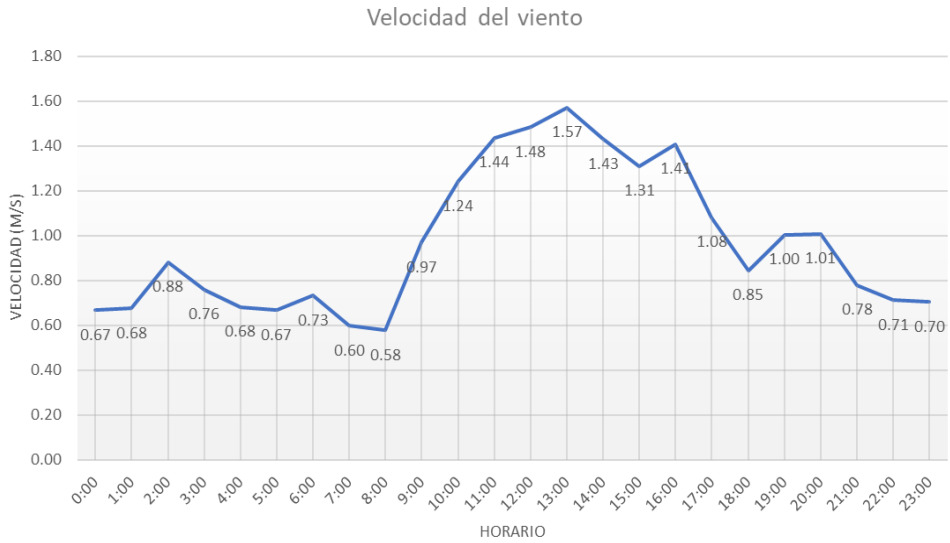
Por otra parte, con el fin de verificar que los puntos de emisión de olores seleccionados para su medición si representa una afectación para los habitantes de las viviendas, es decir que se direcciona el olor hacia las unidades habitacionales; se tuvo en cuenta variables climatológicas, como lo son la dirección, velocidad del viento y temperatura.

Para ello fue necesario en trabajo de campo recolectar los datos pertinentes, donde en primer lugar se estableció un punto de referencia, como parte del análisis de tal forma que permitiera identificar si el área de estudio presenta las mismas condiciones meteorológicas, posteriormente se establecieron los datos de dirección del viento (grados), los cuales fueron obtenidos de la estación ambiental de Catumare consultada a través de la página de "SISAIRE", siendo esta la estación más cercana al área de estudio.

Continuando se registraron los datos de velocidad del viento (m/s) y temperatura en campo a una distancia de 2 metros del suelo de manera vertical, en el que se utilizó como instrumento el anemómetro RMS modelo 45170 de la marca Extech instruments. Para establecer los horarios de medición se consideró la hora pico de la velocidad del viento, donde para analizar este comportamiento fue necesario revisar la base de datos de la información suministrada por la estación, en el que a partir de los resultados presentados en el gráfico 1 en relación a los picos máximos de velocidad, se consideraron los horarios de 11: 00 pm, 12:00 pm y 1: 00 pm durante un periodo continuo de 7 días iniciando desde el día 1 hasta el 8 del mes de septiembre.

Figura 1

Análisis estadístico del promedio horario de la velocidad del viento



Nota: Comportamiento de los picos máximos hora de la velocidad del viento de acuerdo a los datos presentados en la estación de relacionados en la página SISAIRE para los años 2019-2021 para la ciudad de Villavicencio, Meta. Por Castro y Garzón (2022).

Otra de las consideraciones para establecer los valores medios del viento, corresponde al registro de los datos; por lo tanto, se registró el valor con una frecuencia de cada 10 minutos en una hora y así respectivamente para cada uno de los horarios establecidos obteniendo así la velocidad promedio horaria, siendo esta la metodología contemplada en el documento de medición de dirección y velocidad del viento del IDEAM.

Por otra parte con el fin de validar los datos de dirección del viento, se realiza un proceso de comprobación; para ello se realizó una revisión de los datos meteorológicos suministrados por la estación de catumare de los últimos cinco años para el mes de septiembre donde una vez obtenida y organizada la información, se llevó a cabo el ingreso de los datos al *Software Wrplot*, transformando datos de tipo numérico en una representación gráfica (rosa de los vientos) de las variables estudiadas, para validar que la dirección del viento y temperatura presentada por la estación catumare se presenta de igual forma en el área de estudio, permitiendo validar la confiabilidad de los datos y comprobar que la dirección del viento se direcciona hacia las viviendas, viéndose afectados no solo la población que reside

directamente en la fuente de emisión y que circula diariamente; sino que también las personas aledañas al mismo.

Finalmente, en esta tercera fase, una vez establecido los puntos de monitoreo y la rosa de los vientos que comprueba que la emisión del olor se direcciona hacia las viviendas. Se realiza las mediciones de sulfuro de hidrógeno, haciendo uso del sensor de gas modelo H_2S detector (WT 8822), el cual fue previamente calibrado automáticamente a partir de la ausencia de la sustancia contaminante, de acuerdo a las instrucciones contempladas en el manual de fabricación suministrado por el proveedor, para posteriormente establecer la confiabilidad de los datos registrados por el equipo de medición, por otro lado para confirmar la confiabilidad de los datos, se realizó la comparación con un equipo de mayor precisión, que para este caso corresponde a un detector portable modelo Multi-gas (K-600), el cual cuenta con su respectivo certificado de calibración.

Por consiguiente, se procedió a realizar las mediciones de sulfuro de hidrógeno, simultáneamente en ambos sensores, haciendo uso del reactor de biogás presente en los laboratorios de la universidad Santo Tomás, teniendo como fin la comparación de los datos arrojados, permitiendo así establecer la confiabilidad de los mismos.

Por otra parte, una vez calibrado el Sensor, se establece el siguiente cronograma con respecto a las mediciones de la concentración de sulfuro de hidrógeno (H_2S):

- Las mediciones fueron realizadas durante 7 días continuos; iniciando desde el 9 hasta el 16 de septiembre en los siguientes horarios: 8:00 am, 1:00 pm y 7:00 pm, con la finalidad de observar las variaciones en las concentraciones en relación a la radiación solar, que para este caso se registraron datos por triplicado para cada uno de los puntos de muestreo y los horarios de medición propuestos.

- En relación al proceso de registro de datos se consideró la altura para realizar la medición y la distancia entre los puntos de monitoreo y las unidades habitacionales o locales comerciales, siendo 2 metros en vertical desde el punto de emisión y una distancia superior a 1 metro en horizontal, mismas consideraciones tenidas en cuenta para el registro de la velocidad del viento.

Finalmente se procedió a registrar las mediciones, acorde al cronograma y metodología planteada, donde una vez obtenidos los datos de las concentraciones de sulfuro de hidrógeno, se procedió a establecer los valores promedios de los 7 días de monitoreo para cada uno de los puntos, siendo estos posteriormente tabulados en Excel con su respectiva coordenada geográfica.

A partir de lo anterior, se ingresan los datos promedios al *Software ArcGIS 10.5*, donde se vincularon con la capa de puntos, posteriormente se seleccionó la herramienta IDW (Spatial Analyst), para ingresar la capa de puntos (coordenadas) y concentraciones, a la vez que se delimitó el área de extensión, para finalmente realizar la reclasificación de los datos estableciendo intervalos iguales estableciendo el mapa de concentraciones, el cual nos indica las zonas de mayor exposición (concentración/exposición) de emisión de olores ofensivos.

7.3 Fase 3: Establecer la relación existente entre la inmisión de olores ofensivos y la salud ambiental.

Esta última fase se divide en dos, la primera considera el análisis cualitativo en relación al grado de molestia de la población expuesta a la emisión del olor. Para este análisis se encuentran contemplados dos metodologías una adoptada por el ministerio de salud, contemplada en los lineamientos de vigilancia de olores ofensivos y la relacionada en el protocolo de monitoreo (NTC 6012-1), ambas tienen en cuenta variables de frecuencia y de intensidad del olor, los cuales permiten su respectiva valoración. Sin embargo, considerando que el estudio de investigación se enfoca en el análisis de los efectos en salud la pública y que la encuesta aplicada fue adoptada del sistema de vigilancia de olores ofensivos del ministerio de salud en donde ya se encuentra relaciona la percepción del impacto del olor en la salud (FIDO), se adopta esta metodología en este estudio de investigación.

Esta herramienta se basa en cuatro parámetros; como lo son frecuencia (Tiempo en que se presenta el olor), intensidad (con que fuerza se presenta el olor), duración (tiempo de percepción) y ofensividad (caracterización del olor). Donde una vez aplicada la encuesta a la población la información recolectada se organizó de tal modo que permitió agrupar los

resultados de acuerdo a la valoración de los parámetros; es decir todas las personas que contestaron la misma frecuencia, duración y ofensividad y así sucesivamente para cada uno de los parámetros contemplados.

Con la información organizada como se menciona anteriormente, se procedió con la valoración cualitativa de la intensidad del olor considerando las tablas FIDO (**Anexo 3**); este método primero identifica la ofensividad del olor (desagradables, ofensivos, muy ofensivos y no degradables), esto con el objetivo de seleccionar la tabla con la que se va a interpretar. Una vez identificada se tiene en cuenta la frecuencia y la duración que manifiesta el encuestado para finalmente evaluar el grado de molestia o la intensidad del olor (muy fuerte, fuerte, débil, muy débil, moderado) de la población expuesta.

Como parte del análisis de los resultados de las Tablas FIDO, se realizó la construcción de unas tablas de frecuencias relativas, que permitió interpretar los resultados en relación con la valoración de cada uno de los parámetros que la población encuestada y la frecuencia significativa o el grado de molestia que más se presenta en la población.

La segunda fase, se realizó con el fin de analizar la relación de los síntomas indicados por los habitantes del barrio el Ruby asociados a la concentración de la sustancia genera de olor (sulfuro de hidrógeno), cabe resaltar que para el análisis de este estudio de investigación se estima únicamente los síntomas que la población indicó presentar con mayor frecuencia, es decir frecuencias de 1: diario; 2: semanalmente y 3: mensual.

Para ello inicialmente, se analizaron los datos relacionados con los síntomas que cumplieran con esa característica de frecuencia, luego con el objetivo de definir el método estadístico para las correlaciones se realizó la prueba de normalidad de kolmogorov-Smirnov (**Anexo *4***), permitiendo determinar si la distribución de los datos es normal teniendo en cuenta la media y desviación típica, además nos indica el tipo de metodología de corrección a aplicar ya sea de tipo paramétrica (Pearson) o no paramétrica (Spearman). Este análisis se realiza por medio del *software SPSS Statistical, d*onde para este caso correspondió a la aplicación de correlación Spearman.

Esta metodología de la prueba de hipótesis de correlación de Spearman, permite determinar de manera cuantitativa la relación entre variables de tipo nominal y ordinal y evalúa la significancia de acuerdo a su coeficiente (p), Spearman establece que, si el nivel de significancia es menor a 0,05, si existe correlación con una probabilidad de que ocurra del

95% (González, 2011). Una vez definido el tipo de correlación a aplicar, se procede a realizar la aplicación de la estadística.

Donde es importante mencionar que los datos ingresados al software obedecen a los promedios de las respuestas de los síntomas y las concentraciones, es decir la frecuencia promedio de los síntomas se relacionan con los datos promedio del punto de monitoreo que se encuentra alrededor o cerca de la vivienda donde residen o laboran las personas encuestadas. Las correlaciones se realizaron por sexo (hombre-mujer) y los condicionantes de salud.

Para la interpretación de los resultados se consideraron los siguientes criterios:

Regla de decisión

$p \geq 0{,}05$, se rechaza la Ha y aceptamos la Ho, no existe correlación

$p < 0{,}05$, aceptamos la Ha y rechazamos la Ho, existe correlación

Del mismo modo para la interpretación de los valores de *p se tiene en cuenta:*

Tabla 7

Valores de correlación de Spearman

Valores de RS	***Tipo de correlación***
Escasa o nula	*0-0.25*
Débil	*0.26-0.50*
Moderada o Fuerte	*0.51-0.75*
Fuerte o Perfecta	*0.76-1*

Nota: Tipo de correlación en relación con el valor de p, para el análisis de relación entre variables. Adaptado de Serie científica de la universidad de las ciencias informáticas. (2021). Metodología de diseño correlación.

Finalmente, como parte de la interpretación y del análisis de la relación de los síntomas y las concentraciones se plantea la hipótesis, la cual nos permite analizar los efectos asociados a la exposición del olor ofensivos (H_2S) como consecuencia del desbordamiento de los pozos sépticos convencionales.

Tabla 8

Formulación de la hipótesis

Hipótesis nula (Ho)	Hipótesis Alterna (Ha)
No existe correlación entre los síntomas presentes y la exposición continua a la concentración del olor (H_2S)	Existe correlación entre los síntomas presentes y la exposición continua a la concentración del olor (H_2S)

Nota: Castro & Garzón (2022).

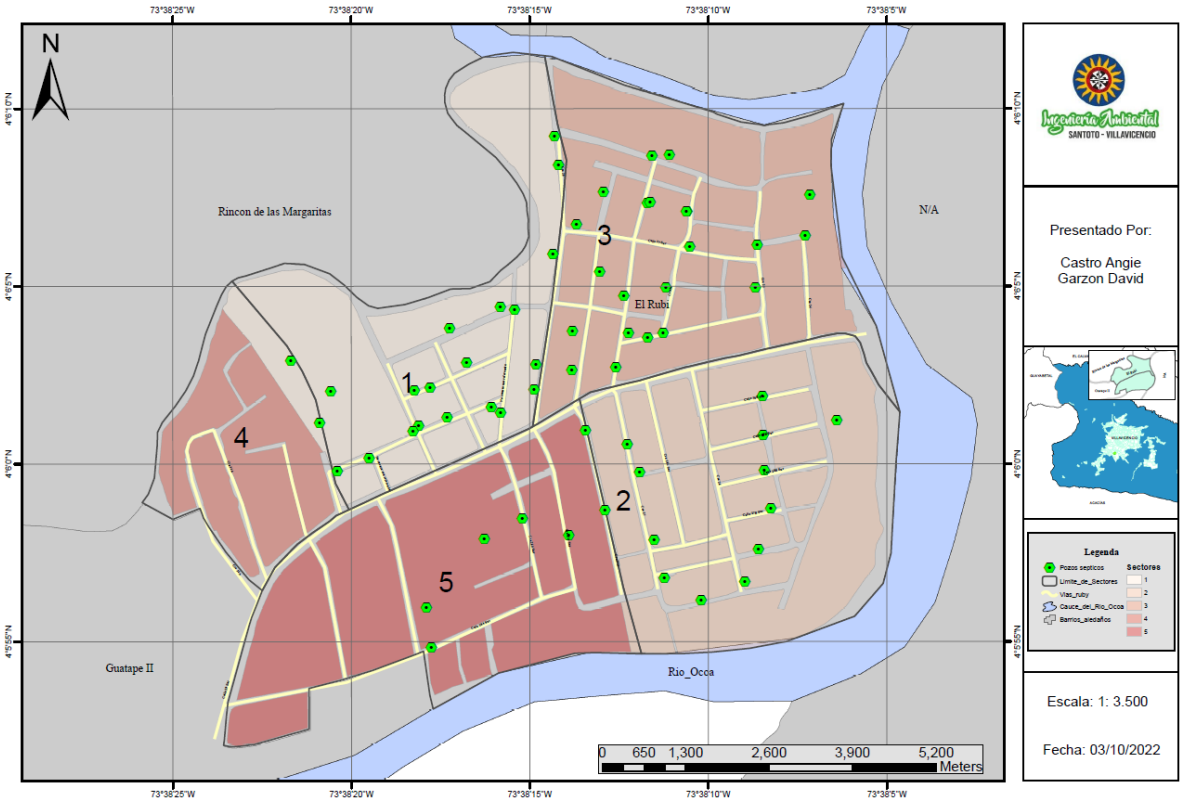
8 Análisis y discusión de los resultados

8.1 Análisis de resultados de las condiciones presentes en el área de estudio.

Durante las inspecciones realizadas en trabajo de campo y por medio de las listas de chequeo fue posible evidenciar el estado actual de los pozos sépticos en relación a la infraestructura, distanciamiento de unidades habitacionales, materiales de construcción y mantenimiento de los mismos, con el propósito de identificar los factores causantes de la saturación de los pozos y por ende su desbordamiento en distintos sectores del barrio evidenciado en la figura 3.En total se realizaron 62 revisiones de pozos sépticos, distribuidos de tal manera que abarcara cada uno de los 5 sectores que conforman el barrio el Ruby.

Figura 2

Ubicación y distribución de los pozos sépticos estudiados.

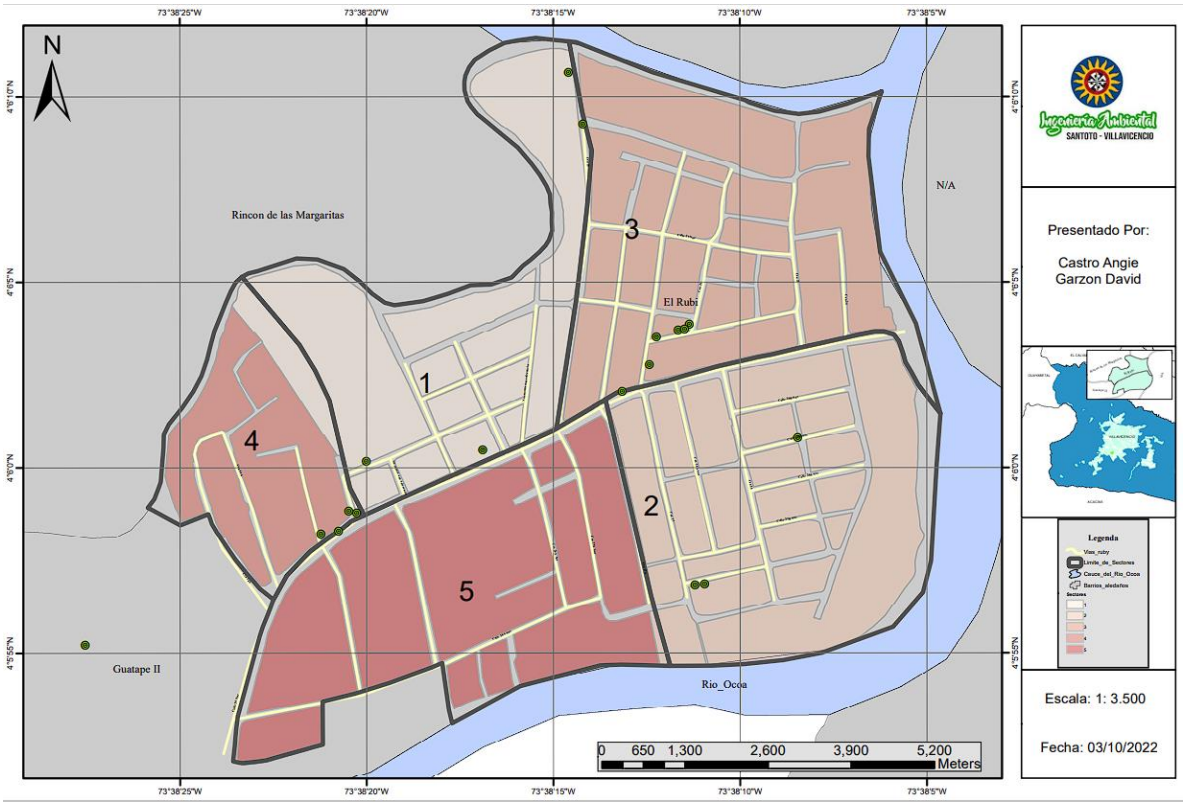


Nota: Castro & Garzón (2022).

Asimismo en campo, se identifican las zonas de mayor emisión de olores ofensivos en relación con la cantidad de pozos sépticos desbordados, como lo muestra la figura 4; analizando que las zonas donde se ubica la mayor parte del comercio (autoservicios, panaderías, restaurantes) y la ruta principal de los vehículos y del servicio público corresponde al punto de mayor afectación, lo que demuestra que sin importar que las viviendas se encuentren en cercanía con estos puntos de desbordamiento de emisión de olor, gran parte de la población que reside se encuentra expuesta a percibir el olor continuamente al momento de realizar actividades de desplazamiento, compra de alimentos entre otros causándoles malestar y fastidio sin embargo los efectos son más difusos o menos representativos en comparación con los habitante que se encuentran en cercanía con el olor.

Figura 3

Ubicación y distribución de los pozos sépticos desbordados, barrio el Ruby.



Nota: Castro & Garzón (2022).

8.1.1 Parámetros de cumplimiento de construcción de pozos sépticos.

Los resultados de la evaluación de los parámetros de ubicación y dimensionamiento de los pozos sépticos, se presentan en las tablas a continuación para cada uno de los ítems de la lista de chequeo (**Anexo *5***) indica los resultados en relación de las consideraciones mínimas de ubicación para la construcción de los pozos, donde se pudo analizar que con un total de 82% la mayor parte de los parámetros presentan incumplimiento y únicamente un 18% cumple con los ítems evaluados. Por otra parte, (**Anexo *6***) relaciona los criterios con respecto al dimensionamiento, donde se obtiene que con un 36% cumplen y un 64% no cumplen. De lo anterior se puede indicar que de los 62 pozos sépticos estudiados en distintos sectores del barrio, el 69% del total no cumplen con los parámetros para el diseño y la construcción y que un 31% cumplen, esto demuestra que los habitantes del barrio el Ruby debido a la necesidad de implementar un sistema que permita la evacuación de las aguas domésticas construyeron este sistema que surge de la planeación de ellos mismos y de maestros de obra que residen en el lugar como una forma de solución, no considerando los parámetros técnicos mínimos para su construcción que permitiera garantizar su máxima funcionalidad, siendo este uno de los principales causantes de la saturación de los pozos y el desbordamiento de los mismos desde el año 2018.

8.1.2 Análisis parámetros de ubicación

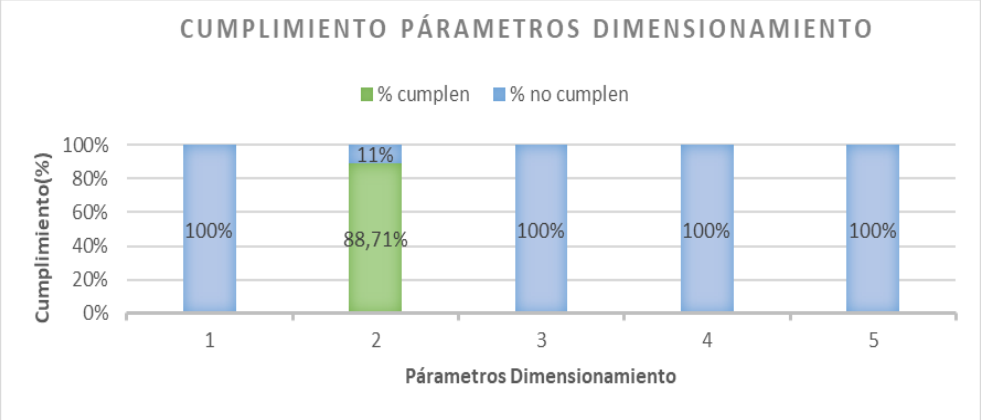
Los parámetros de ubicación representan un conjunto de criterios a tener en cuenta al momento de la construcción de los pozos sépticos, ya que estos permiten reconocer si el área es idónea en relación al terreno evitando generar afectaciones como lo son descargas a fuentes de agua, inundabilidad de los pozos, distancia mínima de las viviendas y así poder mejorar la eficiencia del sistema y que el proceso de infiltración se realice: Para ello se identifican las siguientes condiciones en el área de estudio.

A nivel general se puede observar en la figura 5, los parámetros 1,3,4 y 5 incumplen el 100% esto se debe a que el barrio el Ruby no cumple con las condiciones de separación indicadas para la ubicación de un pozo séptico ya que este tipo de sistemas son más contemplados en área rurales los cuales cuentan con el área necesaria para la ubicación

correcta, caso contrario en el barrio donde tiene su límite de propiedad se encuentra entre los 6 metros de ancho y 12 metros de profundidad, no teniendo más espacio donde poder ubicar este tipo sistema, optando por construirlo en los propios andenes de sus hogares, es decir al lado de sus viviendas incumpliendo normas como lo son distancia mínima de las casas que para este caso es de 3,5 metros. Por otra parte, para el parámetro número uno se pudo observar que la tubería de abastecimiento de agua a presión de agua potable se encuentra al lado de la caja del pozo incumpliendo con la distancia mínima de 3 metros generando posiblemente una contaminación de la fuente de abastecimiento de agua potable por infiltración por su cercanía. Cabe mencionar que solo para el caso del parámetro 2 el cual hace alusión a la distancia mínima de 25 m de fuentes hídricas, el 87% de los pozos estudiados cumplen con esa restricción requerida y el 11% se encuentran a una distancia muy cercana al caño negro el cual se encuentra en todo el borde del barrio, de acuerdo a los que evidencian los porcentaje de cumplimiento se puede indicar que este tipo de sistemas no son aptos para este tipo de áreas urbanas, además que en su construcción no contaban con los conocimiento técnicos y esto se debe a que la gran parte pozos fueron realizados por los mismos maestros de obra replicando el mismo producto de poder solucionar una necesidad de saneamiento básico.

Figura 4

Resultado en porcentajes cumplimiento de ubicación de los pozos sépticos.



Nota: Descripción del cumplimiento de parámetros de ubicación de los pozos sépticos domiciliarios, para los 62 estudiados. Por Castro & Garzón (2022).

8.1.3 Análisis de parámetros de dimensionamiento.

Los resultados que indican el cumplimiento de los parámetros de dimensionamiento de los pozos sépticos se encuentra representado por porcentaje para cada uno, como lo muestra la figura 6; en el que muestra el incumplimiento del 100% para los parámetros 1 y 2 los cuales hacen referencia a los dispositivos de entrada y salida, para el caso de la entrada se debe a que este tipo de pozos sépticos al ser convencionales, no cuenta con las dos cajas de entrada que permite separar las aguas provenientes de áreas de lavados y del sanitario. Asimismo sucede con el dispositivo de salida, observando que no cuentan con un sistema que permita direccionar las aguas a un tipo de filtro horizontal que permita la filtración de las aguas, a lo que se le puede atribuir que al llegar las aguas provenientes del hogar a la misma caja permite que este se sature mucho más rápido, generando que se devuelvan por los sifones del hogar al no contar con el sistema de salida, optando los habitantes por abrir la tubería de salida que se desborde en las calles del barrio. De igual forma se revisaron los materiales de construcción; en el que se observa que la tubería de entrada y salida son de PVC y su diámetro respectivo(0,1m) si cumplen en un 99%, con respecto a la caja donde llegan las aguas residuales se encuentra construido en ladrillos sin ningún tipo de cobertura o protección que permita que no sean susceptibles a corrosión con facilidad debido a su contacto con el agua y los ácidos de la materia fecal generando el deterioro del mismo.

Con respecto a los parámetros relacionados con el volumen, profundidad, ancho y largo por número de usuarios, se puede analizar que en promedio las dimensiones del ancho se encuentran contempladas entre los 0,8 a 1,0 metros donde en relación a las consideraciones indicadas en la tabla 3, el ancho mínimo para 1 a 5 personas corresponde a 1,10 metros esto es porque los pozos sépticos se encuentran construidos debajo del andén de las casas y el ancho general es de 1,0 metros lo que hace que se incumpla con este criterios el 100%. De igual forma se estudió la profundidad que se encuentra en promedio entre 1,0 a 1,65 metros, obteniendo un 18% de cumplimiento con una medida de 1,65 metros acorde a las especificaciones para la construcción, donde de esta manera el 82% no cumple ya que presentaron medidas inferiores a 1,65 metros, entre 1 a 1,5 metros en lo que la comunidad durante la revisión indicaban que no realizaban un pozo más profundo para prevenir que las aguas no entrarán en contacto con la capa freática y por ende contaminaran las aguas

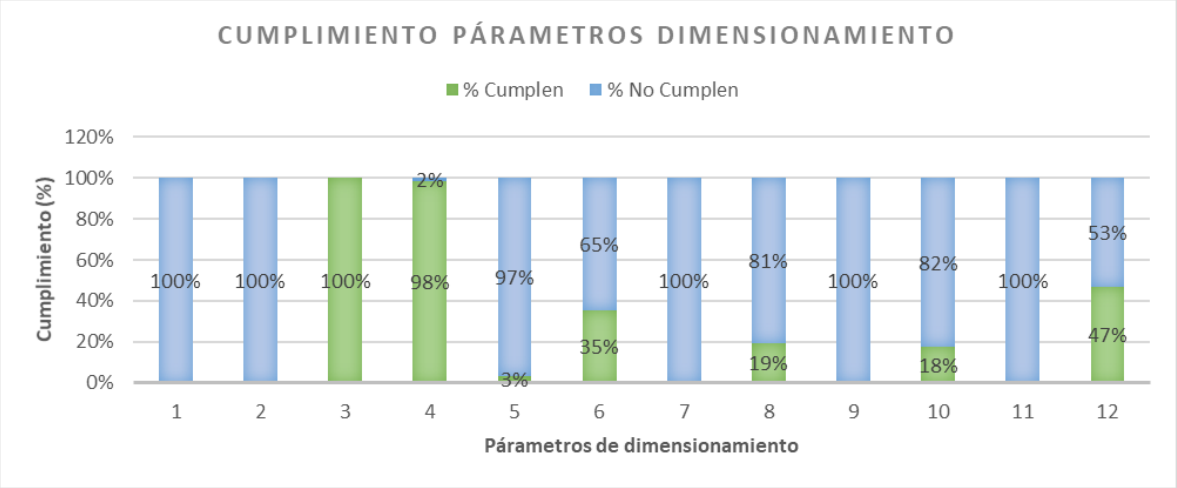
subterráneas, de esto se puede analizar el desconocimiento por parte de la población a tener en cuenta este tipo de parámetros para que a futuro no presentará problemas en relación a su vida útil.

Asimismo, para el largo total la longitud mínima corresponde a 2 metros evidenciando únicamente el cumplimiento del 46%, destacándose longitudes de 1,5 metros. Finalmente se realizó el cálculo de volumen con respecto a los datos de largo, ancho y profundidad, con la finalidad de establecer el cumplimiento mínimo de $3m^3$ obteniendo un cumplimiento del 37% únicamente.

Todas las consideraciones anteriores indican que las condiciones actuales en relación a la ubicación y dimensionamiento son los causantes de la saturación y del colapso de los mismos, esto como consecuencia de la falta de información en relación a los parámetros y las técnicas de construcción, a esto se le suma la falta de mantenimiento(limpieza) que debe realizarse al menos una vez al año ya que al no contar con el sistema de filtración hace que se cree una capa al final del pozo lo que genera que se estanque el agua permitiendo que se llene más rápido y por ende presente problemas de desbordamiento.

Figura 5

Resultado de cumplimiento de los parámetros de dimensionamiento.

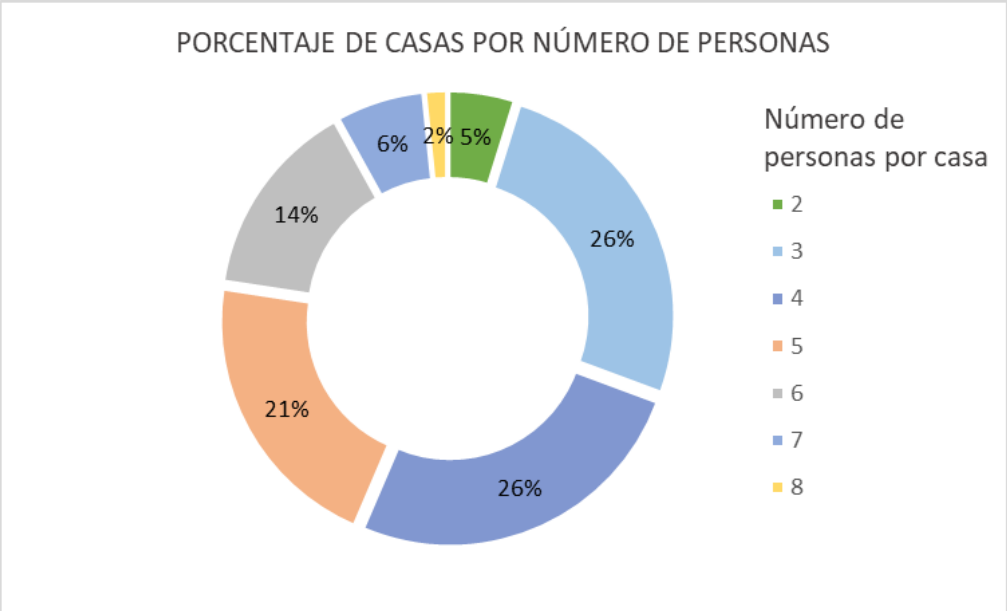


Nota: Castro & Garzón (2022).

De acuerdo a las variables de dimensionamiento, se tuvo en cuenta la cantidad de personas por casa, es así que la figura 7, muestra el promedio de personas que habitan un hogar; obteniendo que el 31% se encuentra determinado entre 2 y 3 personas, el 47 % entre 4 y 5 y el 23% entre 5 a 8 personas; de los anterior se puede indicar que de acuerdo a los parámetros de dimensionamiento en relación al número de habitantes por hogar, este también sería uno de los factores causantes de la saturación de los pozos sépticos ya que las familias más representativas se encuentran conformadas entre los 4 y 5 personas por hogar, donde en relación a lo manifestado anteriormente en el análisis de dimensionamiento los pozos sépticos no cumplen con estos criterios.

Figura 6

Resultado del cumplimiento de parámetros de dimensionamiento por casas estudiadas



Nota: Castro & Garzón (2022).

8.2 Resultado confiabilidad de la encuesta.

Como resultado de la confiabilidad de los datos presentados en la tabla 8 en consideración a los criterios de interpretación del coeficiente alfa de Cronbach, indica un nivel de confiabilidad buena encontrándose dentro del rango de 0,80 a 0,89. Este resultado

denota la fiabilidad de la encuesta aplicada y que los datos recolectados en el presente estudio son de gran utilidad para el análisis de la información. Los valores de medición obtenidos por el *Software SPSS* se relacionan en la (**Anexo 7**).

Tabla 9

Resultado de la confiabilidad de los datos, método Alpha de cronbach´s

CONFIABILIDAD	
Alpha de cronbach´s	Número de elementos
0.81	24

Nota: Presenta resultado de confiabilidad de los datos, de acuerdo a la metodología Alpha de Cronbach 's, SPSS (27.0). Por Castro & Garzón (2022).

8.3 Resultados de caracterización de la población encuestada.

En el barrio el Ruby, se estableció una población encuestada total de 94 personas, de las cuales fueron las mujeres representan un 54 % y hombres un 46%, por otra parte, la población se caracteriza de acuerdo al rango de edad, encontrándose distribuidos en tres rangos; el primero corresponde a edades entre los 18 y 26 años con 22,44%, asimismo entre los 27 y 59 años con el 63% y el grupo que se encuentra > 60 años con el 12% presentada en el (**Anexo *8***).

Este tipo de información nos permite analizar de manera más detallada como características como el género y la edad se relacionan con la presencia de síntomas asociados a la exposición de la emisión del olor como lo es el sulfuro de hidrógeno.

8.3.1 Población encuestada del Barrio el Ruby por nivel de ocupación.

El nivel de ocupación de la población encuestada, se determinó de acuerdo a las opciones de; independiente, empleado y ama de casa, observando que el nivel de ocupación

para el caso de las mujeres encuestadas corresponde a un 19% ama de casa, 24% empleadas y un 39% su ocupación corresponde a la opción de independientes.

Para el caso de los hombres un 44% empleados y finalmente un 56% independientes (**Anexo *9***), esta información nos indica que las mujeres amas de casa se encuentra más expuesta por la constante percepción de los olores ofensivos de acuerdo a su ocupación como consecuencia al estar expuestas de manera más recurrente a los olores, también es importante considerar que no lo la población femenina se convierte más vulnerable a presentar los síntomas asociados; si no también relacionado con el sistema respiratorio, esto es debido a que el aparato respiratorio femenino presenta menor capacidad en comparación con el aparato respiratorio de los hombres ya que su sistema tiene menor superficie lo que permite que el sentido del olfato sea más desarrollado y perciba con mayor facilidad los olores ofensivos (Estrada, 2016).

8.3.2 Población encuestada, según estado general de la salud.

Considerando los resultados presentados en el (**Anexo *10***), se puede observar que el 75.53 % de la población encuestada entre hombres y mujeres, consideran que su estado general de salud se encuentra entre 1 y 4, esto a raíz del desbordamiento de los pozos sépticos, puesto que durante las encuestadas comentaron que dichos olores afectan el desarrollo de sus actividades cotidianas o generan algún tipo de molestia llegando a generar diferentes síntomas leves, como dolor de garganta y tos, por otro lado el 24.46% de los encuestados manifiestan que su estado general de salud actualmente no es afectado por la constante exposición a olores ofensivos, manifestando que inicialmente si les generaba molestia. Lo cual esto nos indica cómo la población que reside en el barrio ha llegado a una fase de adaptación al olor debido a que ya se encuentran acostumbradas. Esto debido a que el umbral del olor se encuentra adaptado a causa de la exposición continúa generando fatiga olfativa es decir se deja de percibir los olores (Minetti, 2017).

8.3.3 Población encuestada, condiciones de salud.

La influencia en relación con condicionantes de salud tiende a presentar una mayor probabilidad de presentar efectos adversos en la salud por la exposición a la emisión del olor de sulfuro de hidrógeno (H_2S). Dentro de las enfermedades crónicas manifestadas por la población encuestada, se destaca que el 30% indicó tener hipertensión, el 25% asma, el 15% presentan enfermedades respiratorias (bronquitis) y el 10% diabetes como lo muestra el (**Anexo *11***).

Así mismo se puede observar que la enfermedad más representativa obedece a la hipertensión, este tipo de condicionante en la salud se convierte en un factor de riesgo que permite una mayor prevalencia o aumento de los efectos en la salud; esto debido a que cuando el sistema respiratorio percibe el olor genera una alteración en el mismo reduciendo la capacidad del aire inhalado, lo cual genera el aumento de la presión sanguínea generando afectaciones como lo son; afectaciones al sistema cardiovascular, insuficiencia cardiaca y alteraciones en el sistema respiratorio (Bermudez, 2018).

En relación con el asma y enfermedades como bronquitis, se sabe que es una enfermedad crónica que afecta directamente a los pulmones, causando efectos como dificultad para respirar, dolor en el pecho y tos recurrente. En relación a lo anterior este tipo de personas al estar en exposición a el olor como lo es en este caso el sulfuro de hidrógeno se encuentran más expuestas a acumular sustancias líquidas (mucosidad) en los pulmones provocando que se inflamen más rápidamente y que la capacidad de respiración sea más reducida y no le llegue suficiente oxígeno aumentando el dolor en el pecho (Minsalud, 2012).

8.3.4 Población encuestada, tiempo de residencia en el área.

Con respecto al tiempo de residencia de la población encuestada, se puede evidenciar en el (**Anexo *12***) que el 49% se encuentra viviendo en el barrio en un tiempo no superior a los 3 años, el 26% entre los 3 a 6 años, el 15% de 6 a 9 años y un 7% más de 9 años. De lo anterior se puede deducir que, de acuerdo a estudios presentados, el sistema del olfato inicialmente al percibir un olor desagradable genera una respuesta inmediata como respuesta

del cerebro al inhalar un olor que no identifica. Así mismo mencionan que la exposición continua puede causar que se acostumbre la persona expuesta (el receptor), conociéndose como fatiga olfativa tanto a bajas como altas concentraciones (Synnott,2013).

8.4 Resultados de caracterización de la percepción de los olores ofensivos.

Resultados de la población encuestada, según percepción de los olores y efectos en la salud y calidad de vida. Las tablas y gráficos presentados a continuación corresponden a las siguientes preguntas:

8.4.1 Resultados de la pregunta ¿por lo que usted sabe, que relación tienen los olores ofensivos sobre la salud?

En la tabla 9, se observa que la población encuestada, son personas sensibilizadas con respecto a la problemática presentada y que reconocen la afectación en relación con la salud de la exposición continua de los olores ofensivos generados por los pozos sépticos desbordados. Sin embargo, a pesar de que la comunidad reconoce que este tipo de emisión genera repercusiones en la salud y calidad de vida, no han realizado ningún tipo de queja formal a las autoridades pertinentes si no únicamente se ha expuesto la inconformidad a los líderes comunitarios.

Tabla 10

Resultados de la encuesta a la pregunta No.2

Opciones de respuesta	Respuestas
Son perjudiciales para la salud	94
No está demostrado/ No es seguro que perjudique a la salud	0
No son perjudiciales para la salud	0

Nota: Castro & Garzón (2022).

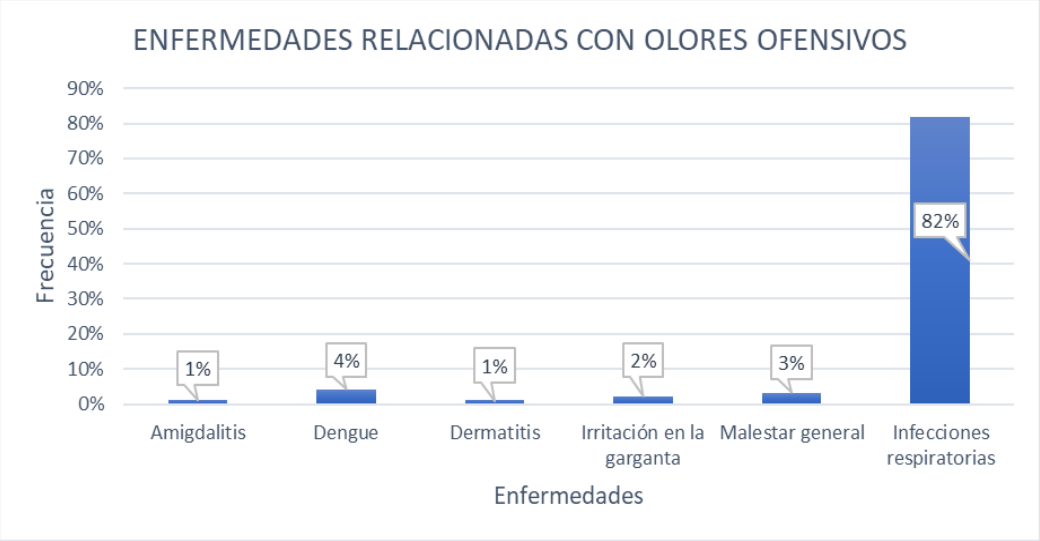
8.4.2 Resultados de la pregunta ¿Cree usted que la exposición a los olores ofensivos podría relacionarse con problemas de la salud? ¿cuales?

En relación a la pregunta planteada en relación a la percepción de la población encuestada con la salud por la exposición de olores y el conocimiento de efectos asociados; Se pudo analizar que el 94% de los encuestados manifiestan que la exposición a los olores ofensivos si se relaciona con efectos en la salud y un 6% únicamente manifestaron no tener ninguna relación. Observando que la población se encuentra sensibilizada a la problemática y saben que estar en constante exposición representa repercusiones significativas negativas en la salud.

Por otra parte la figura 8, relaciona la información manifestada enfocada en la pregunta, cuáles son los efectos relacionados por los olores, indicando un 82% a enfermedades de tipo respiratorio lo que nos indica el grado de concientización por parte de la población en relación con los problemas de salud, ya que este tipo de exposición genera mayor incidencia en enfermedades en el sistema respiratorio, de acuerdo a lo manifestado en el estudio sobre la incidencia de enfermedades respiratorias y enfermedades cardiovasculares en relación con la exposición a olores esto debido a que la inhalación inicia por las partes del sistema respiratorio (nariz, garganta) generando efectos en la salud como tos, dificultad para respirar y afectaciones en los pulmones (Becerra, 2021). Del mismo modo la población indica otro tipo de enfermedades como lo son con un 1% para amigdalitis y dermatitis, 4% dengue, 2% irritación en la garganta y un 3% malestar general, siendo estos síntomas a excepción del dengue presentarse por exposición a concentraciones de olores ofensivos (H_2S).

Figura 7

Enfermedades indicadas por la población encuestada en relación a la exposición.



Nota: Castro & Garzón (2022).

8.4.3 Resultados de la pregunta ¿A qué grupo de población cree usted que afecta más los olores ofensivos?

La tabla 10, indica el grupo poblacional más expuestos a presentar afectaciones en la salud, donde manifiestan con un 76% los niños (<14 años), seguido de los adultos mayores (>60 años) con un 22% y los adultos (27-59 años) únicamente con un 2%. De resultado anterior se observa que las personas encuestadas conocen que la población más vulnerable a la exposición de olores ofensivos corresponde a los niños, esto debido a que el sistema respiratorio los pulmones se encuentran con mayor superficie lo que indica que en comparación con los adultos y a la misma concentración de H_2S, los niños reciben mayor concentración según lo manifestado anteriormente. Además, teniendo en cuenta que la inmisión de olores ofensivos se concentra en la parte del suelo, los niños pueden estar más expuestos debido a su altura (Minsalud, 2022).

Tabla 11

Resultados de la encuesta a la pregunta No.3

Opciones de respuesta	Respuestas	Frecuencia relativa acumulada (%)
Niños (< 14)	71	76
Adolescentes (14-17)	0	0
Jóvenes (18-26)	0	0
Adultos (27-59)	2	2,
Adultos mayores (> 59)	21	22
Total	94	100

Nota: Castro & Garzón (2022).

8.4.4 Resultados de la pregunta ¿usted realiza alguna acción para protegerse de los olores ofensivos?

De Acuerdo a los resultados presentados a la respuesta de la pregunta planteada en la tabla 11, únicamente el 69% realizan acciones de protección con respecto a los olores ofensivos donde para este caso todos respondieron el uso del tapabocas únicamente, observando que esta es una medida más por la emergencia sanitaria a nivel mundial que por la misma protección de los olores a pesar de que la comunidad si conoce las afectaciones causadas por la exposición de olores.

Tabla 12

Resultados de la encuesta a la pregunta No. 4

Opciones de respuesta	Respuestas
Si	*65*
No	*29*

Nota: Castro & Garzón (2022).

8.5 Resultados de caracterización de los efectos en la salud y calidad de vida de la población encuestada.

A continuación, se establecen los resultados con respecto a las preguntas establecidas de acuerdo a la percepción de los efectos relacionados en la salud y calidad de vida de la población encuestada. Los síntomas mencionados a continuación corresponden a los impactos de la exposición a olores ofensivos, que para este caso corresponde a las concentraciones de sulfuro de hidrógeno (H_2S).

La frecuencia de los síntomas mencionados fue evaluada, de acuerdo a la siguiente escala, 1 = diario, 2 = cada semana, 3 = cada mes, 4 = pocas veces y 5 = nunca.

La tabla 12, indica cómo la población manifiesta presentar estrés con una frecuencia diariamente de 41.49%, hasta un total 86.17% teniendo en cuenta las frecuencias “diario, semanal, mensual y pocas veces”, siendo esta una tendencia a desarrollarse desde las concentraciones más bajas, lo cual nos indica una relación directa entre la percepción de la población con respecto a estudios donde abordan qué síntomas de estado de ánimo suelen los primeros síntomas presentados por las personas expuestas aún en concentraciones bajas, pues suelen relacionarse con la percepción y el grado de molestias que el olor puede llegar a generar en cada personas (Montoya, 2020).

Tabla 13

Resultado de la pregunta, con qué frecuencia presenta síntomas relacionados con el estado de ánimo

Preguntas	Frecuencia relativa (%) diaria	Frecuencia relativa (%) Semanal	Frecuencia relativa (%) mensual	Frecuencia relativa (%) pocas veces	Frecuencia relativa (%) nunca
Estresado	41.49%	12.77%	14.89%	17.02%	13.83%
Enojado, mal humor	25.53%	6.38%	10.64%	22.34%	35.11%
Cansado, confundido y agotado	12.77%	10.64%	10.64%	15.96%	50.00%
Triste e infeliz	5.32%	9.57%	7.45%	7.45%	70.21%
Nervioso o ansioso	5.32%	5.32%	10.64%	7.45%	71.28%

Nota: Se relacionan los resultados de frecuencia o repeticiones, indicadas para cada uno de los síntomas de estado de ánimo para cada una de las frecuencias de tiempo. Por Castro & Garzón (2022).

En la tabla 13, se puede observar que el síntoma que más incide en la población es picazón en la nariz con un 30.85% diario, a la vez que presenta un 35.11% para frecuencias semanales, mensuales y pocas veces, esto debido a que suele ser un olor fuerte pero que no todos llegan a percibir con la misma intensidad, por otro lado el síntoma menos frecuente con un 67.02%, es la irritación en los ojos, debido a que esté síntoma, suele presentarse cuando la persona se expone a altas concentraciones de (H_2S) por largos periodos de tiempo o una exposición aguda (Minsalud, 2012), lo que tiende a resecar los ojos y generar la irritación, caso contrario al área de estudio que cuenta con un clima variable, donde debido a las constantes precipitaciones y una velocidad constante, características que facilitan la dispersión de los gases (Turmo, 2019).

Tabla 14

Resultado de la pregunta, con qué frecuencia presenta síntomas relacionados con la irritación en las mucosas

Preguntas	Frecuencia relativa (%) diaria	Frecuencia relativa (%) Semanal	Frecuencia relativa (%) mensual	Frecuencia relativa (%) pocas veces	Frecuencia relativa (%) nunca
Irritación en la garganta	14.89%	11.70%	13.83%	12.77%	46.81%
Irritación en los ojos	3.19%	9.57%	5.32%	14.89%	67.02%
Picazón en la nariz	30.85%	11.70%	10.64%	12.77%	34.04%

Nota: Se relacionan los resultados de frecuencia o repeticiones, indicadas para cada uno de los síntomas en relación con la irritación en las mucosas para cada una de las frecuencias de tiempo. Por Castro & Garzón (2022).

La tabla 14, muestra que gran parte de la población encuestada, es decir entre un 56.38% y 81.91%, no presenta síntomas como tos, flujo nasal, dolor de garganta y sensación de quemazón, atribuyendo el hecho de que en un inicio ellos si llegaron a presentar dichos síntomas pero que con el tiempo los han deja de presentar debido a que dicen haberse acostumbrado a los olores denominados ofensivos, a pesar de esto para el síntoma de dificultad para respirar se presenta con una frecuencia del 46% y de igual forma entre el 18% y 44%, de la población encuestada manifiestan haber presentado los síntomas planteados ya sea con una frecuencia diaria, semanal, mensual, evidenciado que el sulfuro de hidrógeno (H_2S), podría estar generando efectos negativos en la salud de los habitantes.

Tabla 15

Resultado de la pregunta, con qué frecuencia presenta síntomas en las vías respiratorias superiores

Preguntas	Frecuencia relativa (%) diaria	Frecuencia relativa (%) Semanal	Frecuencia relativa (%) mensual	Frecuencia relativa (%) pocas veces	Frecuencia relativa (%) nunca
Tos	6.38%	4.26%	11.70%	12.77%	64.89%
Dificultad para respirar	16.3%	9.32%	6.13%	14.27%	53.98%
Flujo nasal	11.70%	6.38%	11.70%	11.70%	58.51%
Dolor de garganta	7.45%	11.70%	12.77%	11.70%	56.38%
Sensación de quemazón	4.26%	2.13%	2.13%	9.57%	81.91%

Nota: Se relacionan los resultados de frecuencia o repeticiones, indicadas para cada uno de los síntomas de vías respiratorias superiores para cada una de las frecuencias de tiempo. Por Castro & Garzón (2022).

Las tablas a continuación (15 y 16), evidencian que con porcentajes entre 89.36% y 93.62% la población manifiesta no haber tenido síntomas gastrointestinales a partir de la exposición recurrente a olores ofensivos como él (H_2S), a excepción de las náuseas, siendo el único síntoma, que han presentado con un bajo porcentaje de 9.57%, con 3.19% para una frecuencia diaria, 1.06% para una frecuencia semanal y un 5.32% para una frecuencia mensual. dando a entender que los problemas gastrointestinales no son síntomas representativos de la exposición al sulfuro de hidrógeno (H_2S), caso que se repite en los problemas relacionados con la piel pues están más enfocados a la ingesta y al contacto directo con las sustancias que albergan o producen el sulfuro de hidrógeno, situación que no se presente en el área de estudio, debido a que es un área urbana, donde no hay contacto directo con la fuente generadora de sulfuro de hidrógeno (Minsalud 2012).

Tabla 16

Resultado de la pregunta, con qué frecuencia presenta síntomas gastrointestinales

Preguntas	Frecuencia relativa (%) diaria	Frecuencia relativa (%) Semanal	Frecuencia relativa (%) mensual	Frecuencia relativa (%) pocas veces	Frecuencia relativa (%) nunca
Diarrea	0.00%	0.00%	2.13%	4.26%	93.62%
Náuseas	3.19%	1.06%	5.32%	4.26%	86.17%
Vómito	0.00%	1.06%	3.19%	6.38%	89.36%
Dolor de estómago	0.00%	3.19%	4.26%	3.19%	89.36%

Nota: Se relacionan los resultados de frecuencia o repeticiones, indicadas para cada uno de los síntomas gastrointestinales para cada una de las frecuencias de tiempo. Por Castro & Garzón (2022).

Tabla 17

Resultado de la pregunta, con qué frecuencia presenta síntomas relacionados con la piel

Preguntas	Frecuencia relativa (%) diaria	Frecuencia relativa (%) Semanal	Frecuencia relativa (%) mensual	Frecuencia relativa (%) pocas veces	Frecuencia relativa (%) nunca
Dermatitis	1.06%	2.13%	4.26%	5.32%	87.23%
Comezón en la piel	1.06%	2.13%	4.26%	5.32%	87.23%
Irritación en la piel	4.26%	5.32%	5.32%	7.45%	77.66%

Nota: Se relacionan los resultados de frecuencia o repeticiones, indicadas para cada uno de los síntomas relacionados con la piel para cada una de las frecuencias de tiempo. Por Castro & Garzón (2022).

En la tabla 17, se puede observar con porcentajes entre 19.15 - 71.28% que la población manifiesta tener molestias diarias, semanales, semanales y pocas veces para el síntoma, dolor de cabeza a raíz de la exposición continua al (H_2S), por otro lado tenemos que los síntomas de mareos se presentan sólo en algunos casos y de igual forma para los zumbidos en los oídos los que podría estar asociado al hecho de que son síntomas que sólo

se presentan cuando la persona se expone a concentraciones superiores a 20 ppm o 27.8 mg/m^3 (ATSDR, 2016), otro de los síntomas considerados es el malestar general el cual tiene un porcentaje del 42.5%, evidencia que se están presentando una serie de condiciones, como lo es la generación de efectos negativos referentes al estado de ánimo, irritación de las mucosas, problemas en las vías respiratorias, síntomas que presentaron estar presente durante la investigación, que en conjunto dan paso al malestar general, siendo considerado como una sensación generalizada de molestia, producido a partir del olor ofensivo y de los demás efectos que éste genera (Medline plus, 2021).

Tabla 18

Resultado de la pregunta, con qué frecuencia presenta síntomas denominados como otros

Preguntas	Frecuencia relativa (%) diaria	Frecuencia relativa (%) Semanal	Frecuencia relativa (%) mensual	Frecuencia relativa (%) pocas veces	Frecuencia relativa (%) nunca
Dolor de cabeza	19.15%	19.15%	18.09%	14.89%	28.72%
Malestar general	4.26%	8.51%	14.89%	14.89%	57.45%
Mareos	0.00%	6.38%	5.32%	11.70%	76.60%
Zumbidos en los oídos	5.32%	0.00%	6.38%	4.26%	84.04%

Nota: Se relacionan los resultados de frecuencia o repeticiones, indicadas para cada uno de los síntomas relacionados y otros para cada una de las frecuencias de tiempo. Por Castro & Garzón (2022).

Finalmente, es importante destacar que la información recolectada por medio de la aplicación de la encuesta validada y soportada por el ministerio de salud y protección social, es decir es un instrumento que plantea los ítems enfocados en la medición del objetivo de la investigación gracias a la evaluación de distintas propiedades psicométricas (Nunnally, 1978). Sin embargo, es importante mencionar que existen factores a nivel individual que pueden influir en los síntomas y efectos en la salud y calidad de vida que presenta un individuo, donde Lalonde en 1974 expone en un informe de investigación los factores determinantes en la salud que puede influir, donde inicialmente hace referencia al medio

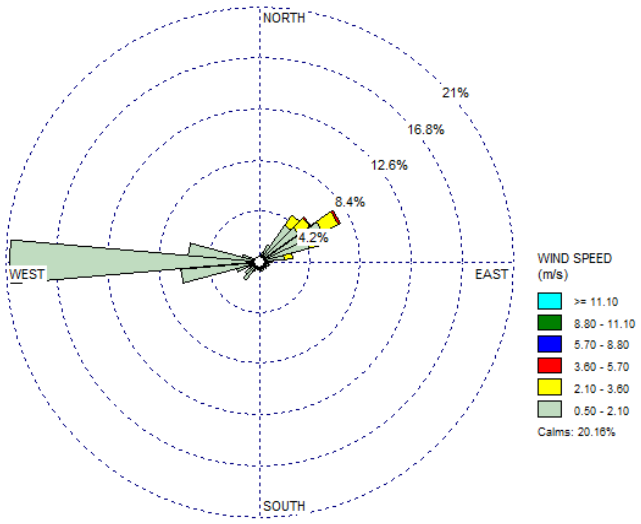
ambiente en el que se encuentran asociados los elementos físicos de la naturaleza y el componente social. Seguido, tiene en cuenta el estilo de vida de la población humana, en relación con los hábitos y conductas del ser humano. Continuando, plantea que los factores biológicos considerando enfermedades genéticas, capacidad del sistema inmunológico y resistencia a la enfermedad. Por último, plantea que uno de los factores de la salud corresponde a los sistemas sanitarios en el que involucra el acceso de calidad a los servicios de salud (Dahlgren & Whitehead, 2021).

8.6 Análisis de la validación de la emisión de olor hacia las viviendas.

Durante la revisión de los datos de dirección del viento horarios suministrados por el "SISAIRE", se observó que estos predominan en dirección Oeste y Noroeste, de forma constante durante todo el mes como se presenta en la figura 19.

Figura 8

Rosa de los vientos, Estación Catumare



Nota: Se presenta la rosa de los vientos de la estación catumare referente al mes de septiembre para el año 2020, 2021 y 2022. Por Castro & Garzón (2022).

Por otro lado, una vez registrado los datos de velocidad del viento obteniendo en campo, se obtuvo como resultado una velocidad promedio por hora de 1.45 m/s, así mismo

podemos observar la velocidad promedio registradas por la estación "Catumare", de 1,27 m/s, indicada en la tabla 18, presenta unos valores mínimos y máximas que oscilan entre 0.5 y 2.10 m/s, caso que se repite con la variable de temperatura oscilando entre 29.22 y 29.33°C presentado en la tabla 19, valores influenciados por la topografía del terreno, altura a la que se realizó la toma de datos, frecuencia del registro de los datos, estabilidad atmosférica, fricción del aire, entre otros (Lui & Zhang, 2022).

Tabla 19

Temperatura registrada en campo vs temperatura obtenida del SISAIRE.

Horario	Temp Registrada	Temp Sisaire
11:00	29.24	29.33
12:00	29.22	29.3
13:00	29.24	29.25

Nota: Se presentan las temperaturas para cada uno de los horarios considerados. Por Castro & Garzón (2022).

Tabla 20

Velocidad del viento registrada en campo vs obtenida del SISAIRE.

Horario	Vve Registrada	Vve Sisaire
11:00	1.44	1.27
12:00	1.45	1.26
13:00	1.45	1.27

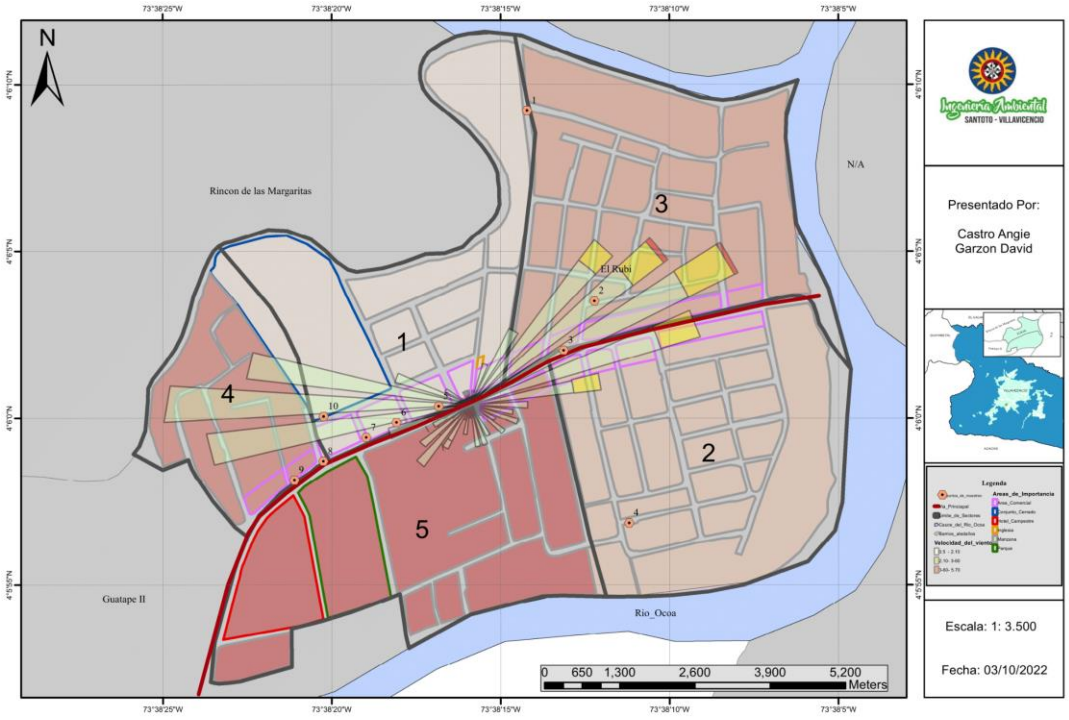
Nota: Se presentan las velocidades para cada uno de los horarios considerados. Por Castro & Garzón (2022).

De lo anterior se puede decir que presentan una variación no significativa entre los datos tomados en campo y los datos registrados por la estación aun cuando esta se encuentra distante al área de estudio, lo que nos indica que meteorológicamente el comportamiento de los vientos en la estación es semejante al del área de estudio (Lozada,

2019), mostrando que efectivamente la dirección del viento se direcciona hacia las unidades habitacionales como se puede observar en la figura 10. Donde una vez validada la información se procedió con las mediciones de concentración de sulfuro de hidrógeno.

Figura 9

Rosa de los vientos, Barrio el Ruby



Nota: Se presenta la rosa de los vientos en el barrio el Ruby a partir de los datos obtenidos del SISAIRE, verificando la dirección del viento hacia las viviendas en relación con los puntos de monitoreo seleccionados. Por Castro & Garzón (2022).

8.7 Mediciones de concentraciones de sulfuro de Hidrógeno (H_2S)

Como resultado de la información obtenida de las mediciones realizadas en los puntos de monitoreo y en los horarios establecidos de acuerdo al cronograma planteado, se obtuvo un total de 630 datos como pueden ser observados en el (***Anexo 13***) Siendo esta una representación significativa para el análisis respectivo.

8.7.1 Análisis de los resultados del monitoreo.

La emisión de los olores ofensivos se encuentra expresada en unidades de medida que para este caso corresponde a mg/m3 que permite determinar la concentración del olor que se encuentra expuesta la población del barrio el ruby; en el (**Anexo *14***), se relaciona los resultados de los promedios de las concentraciones de sulfuro de hidrógeno (H_2S) en el horario de la mañana (8:00 am) a una temperatura promedio entre los 25 a 26,2°C, observando que la mayor emisión registrada corresponde a una concentración promedio entre 4,87 y 5,61 mg/m^3 y una concentración promedio menor de 1,42 mg/m3. Por otro lado, el (**Anexo *15***), indica la concentración correspondiente al horario de la tarde (1:00 pm) a una temperatura entre los 29 a 30,2 °C, en el que se evidencia la emisión más significativa que se encuentra entre los 7,81 a 8,42 mg/m^3 y una concentración menor promedio de 2,93 mg/m3. Asimismo, se registró la información correspondiente al horario de la noche (7:00 pm) a una temperatura de 25°C, en el (**Anexo *16***) se puede observar los datos correspondientes de concentración más significativa que para este caso obedece entre 3,73 a 4,27 mg/m^3 y la más baja entre 0,75 mg/m^3, de igual forma se estableció una concentración mínima y máxima del siendo la mínima de 0,50 mg/m^3 y una máxima de 14,10 mg/m^3.

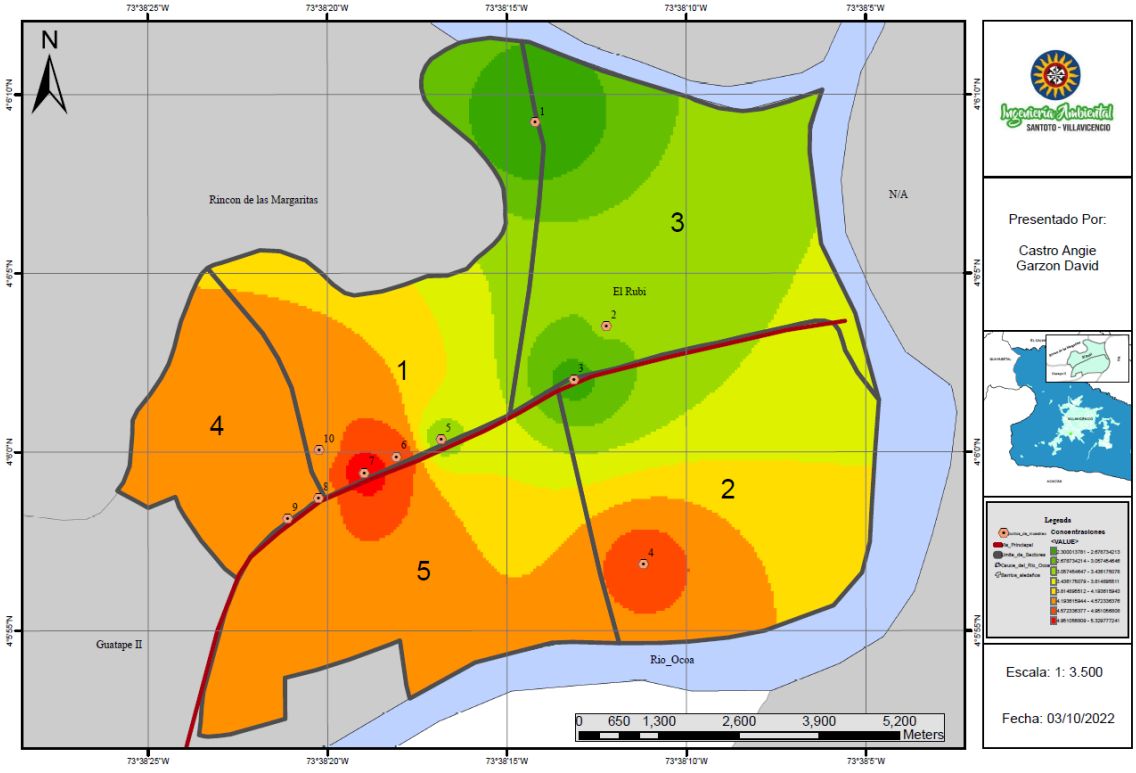
De lo anterior se puede analizar que, en relación a los horarios de medición establecidos parámetros como la temperatura influyen significativamente en la mayor generación de emisiones del olor esto debido a que al estar en contacto el gas de sulfuro con la radiación solar genera una desviación de la energía lo que permite que la dispersión sea mayor y se presente en distintas direcciones causando mayor concentración (IDEAM, 2020). Además, se puede mencionar que teniendo en cuenta que el horario de la 1:00 pm, corresponde a la hora que generalmente almuerzan las familias, el olor puede generar sensaciones de desagrado y molestia por parte de la población alterando sus actividades diarias.

8.7.2 Mapa de Concentraciones (Exposición).

Considerando los valores de concentración promedio en cada uno de los puntos de monitoreo durante los 7 días de medición, se establece el mapa de concentración que indica las zonas de mayor exposición de los puntos estudiados, siendo estas las zonas que presenta una mayor cantidad de datos por lo tanto mayor emisión de sulfuro de hidrógeno (H_2S), lo anterior puede ser observado en la figura 11. A partir de lo anterior en el barrio el Ruby las zona de mayor exposición (concentración) corresponde a los sectores 1,4 y 5, estas zonas en promedio presentan una concentración máxima de 16.20 mg/m^3 y un mínimo de 0.50 mg/m^3, de ello se puede observar como el área de mayor concentración se encuentra presente en el único espacio público que cuenta el barrio, como lo es el parque de recreación siendo este el lugar donde muchas familias tienen espacios recreativos viéndose afectados principalmente los niños que permanecen en ese sector. Por otra parte, se indican las zonas que presentan menor concentración de emisión del olor en los que se encuentra el sector 2 y 3, con una máximo de 12.33 mg/m^3 y mínimo de 0.9 mg/m^3, es importante tener en cuenta que a pesar que el mapa de concentración tienda a no ser tan representativo la población que reside alrededor manifiesta el inconformismo y el grado de malestar diario de manera emocional como lo es el estrés y la salud a causa de la exposición de los olores, convirtiéndose en un factor constante que relaciona la salud ambiental.

Figura 10

Mapa de concentración de emisión de olores ofensivos



Nota: Se presenta el mapa de concentración, el cual indica las zonas de mayor exposición para cada uno de los puntos de monitoreo. Por Castro & Garzón (2022).

8.8 Análisis de la metodología FIDO

Por medio del análisis de las encuestas realizadas a los habitantes del barrio el Ruby, fue posible evidenciar el grado de molestia del olor considerando la percepción de la población y la ofensividad indicada por la metodología FIDO, arrojando los siguientes resultados: La tabla 20 refleja la población encuestada considerando la frecuencia y la duración en relación a la percepción del olor por parte de la comunidad, a partir de ello, se puede analizar que la mayor parte de los encuestados con un 86.17% manifiestan sentir con una frecuencia diaria del olor ofensivo, así mismo se obtuvo que el 46,81% perciben el olor diariamente y con una duración de 4 horas presentando el principal porcentaje, por otra parte, la tabla 21 indica los datos obtenidos en relación con el grado de ofensividad expresada por los habitantes, donde se obtuvo que el 71% expone que

el olor es desagradable, el 14% ofensivo y el 15% muy ofensivo, a partir de lo anterior, se puede evidenciar que en la mayor parte de los resultados (frecuencias relativas) predomina que la comunidad sí presenta un grado de molestia frente a la exposición y percepción continua de los olores ofensivos.

Tabla 21

Frecuencia relativa, tablas FIDO

Frecuencia	Duración	Repeticiones	Frecuencia relativa
DIARIO	1 Minuto	44	46.81%
	10 Minutos	14	14,89%
	1 Hora	16	17,02%
	4 Horas	6	6,38%
	12 Horas	1	1.06%
MENSUAL	10 Minutos	0	0.00%
	1 Hora	1	1.06%
	4 Horas	0	0.00%
	12 Horas	3	3,19%
SEMANAL	10 Minutos	0	0.00%
	1 Hora	0	0.00%
	4 Horas	2	2.13%
	12 Horas	6	6.38%
PUNTUAL	12 Horas	1	1,06%

Nota: Frecuencia relativa, relacionando la frecuencia, la duración y la percepción de los habitantes. Por Castro & Garzón (2022).

Tabla 22

Frecuencia relativa, grado de ofensividad expresada por la comunidad

Ofensividad	Frecuencia Relativa
Desagradable	71%
Ofensivo	14%
Muy ofensivo	15%

Nota: Castro & Garzón (2022).

Las tablas a continuación (tabla 22 a la 24), indican los resultados obtenidos de acuerdo a la valoración de las tablas FIDO, en relación a cada una de los parámetros de ofensividad manifestados por la población en las encuestas realizadas. La tabla 22 refleja el grado de molestia para el olor de tipo desagradable, observando que en relación a la frecuencia y la intensidad el dato más representativo obedece a un grado de molestia muy fuerte con un 30%% presentando una frecuencia diaria e intensidad de 1 minuto. Así mismo la tabla 23 establece la valoración del grado de molestia en relación a la clasificación del olor ofensivo, obteniendo que el 5% presenta molestia muy fuerte con una frecuencia diaria y intensidad de percepción del olor de 1 minuto, seguidamente un 4% para una molestia fuerte y un 2% moderado con una frecuencia diaria y duración entre 10 minutos a 4 horas. Finalmente, en la tabla 24, se observan los resultados para la clasificación del olor muy ofensivo donde; el 12% con una frecuencia diaria y una duración del olor de 1 minuto el grado de molestia es muy fuerte y con un 2 % fuerte.

Tabla 23

Resultados grado de molestia (intensidad) método FIDO, Ofensividad desagradable

Frecuencia	Duración	Resultado grado de molestia (FIDO)	Frecuencia relativa
DIARIO	1 Minuto	Muy Fuerte	30%
Frecuencia	**Duración**	**Resultado grado de molestia (FIDO)**	**Frecuencia relativa**
DIARIO	10 Minutos	Fuerte	12%
Frecuencia	**Duración**	**Resultado grado de molestia (FIDO)**	**Frecuencia relativa**
DIARIO	1 Hora	Moderado	12%
Frecuencia	**Duración**	**Resultado grado de molestia (FIDO)**	**Frecuencia relativa**
DIARIO	4 Horas	Débil	4%
Semanal	1 Hora	Débil	1%
	12 Horas	Débil	6%
Frecuencia	**Duración**	**Resultado grado de molestia (FIDO)**	**Frecuencia relativa**
DIARIO	12 Horas	Muy Débil	4%
Semanal	4 Horas	Muy Débil	6%

Nota: Por Castro & Garzón (2022).

Tabla 24

Resultados grado de molestia (intensidad) método FIDO, Ofensivos

Frecuencia	Duración	Resultado grado de molestia (FIDO)	Frecuencia relativa
DIARIO	1 Minuto	Muy Fuerte	4%
	10 Minutos	Muy Fuerte	1%
Frecuencia	**Duración**	**Resultado grado de molestia (FIDO)**	**Frecuencia relativa**
DIARIO	1 Hora	Fuerte	4%
Frecuencia	**Duración**	**Resultado grado de molestia (FIDO)**	**Frecuencia relativa**
DIARIO	4 Horas	Moderado	1%
MENSUAL	10 Minutos	Moderado	1%

Nota: Se relacionan los resultados de la valoración del grado de molestia (intensidad), de Ofensivos, frecuencia y duración del olor manifestada por la población encuestada. Por Castro & Garzón (2022).

Tabla 25

Resultados grado de molestia (intensidad) método FIDO, muy Ofensivos

Frecuencia	Duración	Resultado grado de molestia (FIDO)	Frecuencia relativa
DIARIO	1 Minuto	Muy Fuerte	12%
Frecuencia	**Duración**	**Resultado grado de molestia (FIDO)**	**Frecuencia relativa**
DIARIO	10 Minutos	Fuerte	1%
	1 Hora	Fuerte	1%

Nota: Se relacionan los resultados de la valoración del grado de molestia(intensidad), de muy ofensivos, frecuencia y duración del olor manifestada por la población encuestada. Por Castro & Garzón (2022).

A partir de lo anterior fue posible analizar, el grado de molestia teniendo en cuenta el método de evaluación de las tablas FIDO, donde para este caso se pudo analizar que el grado de molestia presentada por la población del barrio el Ruby a causa de la exposición de olores ofensivos el valor más significativo que es del 47% indica una molestia muy fuerte y con un 18% fuerte.

8.8.1 Comparación entre el grado de intensidad expresada por la población y la indicada por el método FIDO.

En la tabla 25, se relaciona las variables de intensidad expresada por la comunidad durante la encuesta y los resultados del análisis del protocolo FIDO, considerando lo anterior se pudo analizar que para el caso de la expresada el 65% manifestó que la ofensividad del olor es fuerte siendo esta una molestia o inconformidad presente en el área de estudio, del mismo modo se observa como para el caso de la intensidad teórica la frecuencia más representativa que es del 47% el grado de molestia corresponde a la categoría muy fuerte, permitiendo comprobar que sin importar que uno sea más fuerte que el otro existe el grado de inconformismo por la población y que realmente se presenta una afectación en sus actividades diarias y en el bienestar producto de la exposición diaria de los olores generados por los pozos sépticos desbordados.

Tabla 26

Frecuencia relativa, grado de ofensividad expresada por la comunidad.

Ofensividad	Intensidad Expresada - Intensidad Teórica
Muy débil	0,0% - 10%
Débil	0,0% - 11%
Moderado	16% - 14%
Fuerte	65% - 18%
Muy fuerte	19% - 47%

Nota: Castro & Garzón (2022).

8.9 Análisis de los efectos en la salud ambiental

Las tablas a continuación, presentan las correlaciones para cada uno de los síntomas con mayor frecuencia indicados por la población en las encuestas relacionados con la exposición del olor de sulfuro de hidrógeno, que fue posible gracias a la aplicación de la prueba estadística de correlación de *Spearman* por medio del *software Spss* (Tabla 26 a la 28).

La tabla 26 divide la población encuestada teniendo en cuenta el sexo (hombre, mujeres) de las personas en relación a los síntomas presentados (Estado de ánimo, Irritación en las mucosas, vías respiratorias superiores y otros). A partir de los resultados se pudo observar que para el caso de las mujeres el síntoma asociado con las emociones como el "Estrés" presentó un coeficiente de significancia menor a 0,05 por lo que de acuerdo a la regla de decisión presentada en la metodología se acepta la hipótesis alterna, indicando que existe correlación perfecta (*RS:* 0,97) entre el estrés a causa de la exposición de la concentración de los olores presentados.

Del mismo modo para síntomas relacionados con irritación en la garganta, irritación en la nariz y dificultad para respirar, se acepta la hipótesis alterna con una correlación perfecta y una débil para el caso del síntoma de dificultad para respirar.

Por otro lado, en relación a los síntomas como dolor de cabeza y enojo o mal humor, arrojó un coeficiente de correlación mayor a 0,05, para lo cual se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la nula, indicando no presentar una relación de acuerdo a la concentración expuesta.

Para el caso de los Hombres, solo se acepta la hipótesis alterna (si existe correlación) para los síntomas relacionados con el estrés e irritación en la nariz presentando una categoría de correlación moderada expresando valores entre *(RS: 0,65-0,66).* De lo anterior se puede analizar que, de acuerdo a los expuesto por Estrada (2016) menciona que las mujeres se encuentran más expuestas o vulnerables a presentar síntomas relacionados con las emisiones de los olores en comparación con los hombres, esto debido a que el aparato respiratorio femenino presenta menor capacidad en comparación con el aparato respiratorio de los hombres ya que su sistema tiene menor superficie lo que permite que el sentido del olfato sea más desarrollado y perciba con mayor facilidad los olores ofensivos y por ende los síntomas asociados (Estrada, 2016). Lo anterior se logró demostrar en la significancia de la correlación ya que para el caso de las mujeres presente en promedio un valor de 0,9 lo que indica una correlación perfecta o fuerte y también presentó más

síntomas (efectos) asociados; caso contrario en los hombres, donde indico una significancia promedio de 0,65 indicando una correlación más débil.

Tabla 27

Correlaciones presentadas para cada uno de los síntomas considerados, teniendo en cuenta su nivel de significancia y el Sexo.

Grupo/Subgrupo		Estrés	Enojo o mal humor	Irritación en la garganta	Irritación en la nariz	Dificultad para respirar	Dolor de cabeza	#
Sexo	Mujeres	0.97	-0.10	0.79	0.85	0.44	0.18	RS
		0.01*	0.78	0.006*	0.002*	0.201	0.607	P
	Hombres	0.65	0.41	0.22	0.66	0.014	0.19	RS
		0.043*	0.23	0.541	0.037*	0.97	599	P

Nota: Se presentan las correlaciones para la categoría piel en relación a las concentraciones obtenidas de sulfuro de hidrógeno (H_2S), por subgrupo a partir de las personas encuestadas, donde #: coeficiente de significancia y RS: porcentaje de correlación. Por Castro & Garzón (2022).

En la tabla 27, se observa las correlaciones teniendo en cuenta los tres grupos de edades presentadas. De tal forma que se puede analizar que, la población encuestada que se encuentra entre la edad de 18 a 26 años, los síntomas como el estrés, enojo, irritación en la garganta, irritación en la nariz, dificultad para respirar y dolor de cabeza, presentan un valor de significancia mayor a 0,05, se rechaza la hipótesis alterna aceptando la hipótesis nula, es decir no existe correlación. Para el caso de la población entre los 27 a 59 años, los síntomas que presentaron un valor menor a 0,05 corresponden a los asociados con el estrés e irritación en la garganta, aceptando la hipótesis alterna y una correlación moderada (*RS:* 0,67- 0,71).

Finalmente, se indican los síntomas asociados para la población que se encuentra en una edad > 60 años, se presenta asociación de los síntomas como lo son la irritación en la garganta y los relacionados con el estado de ánimo (enojo y mal humor), los síntomas como el estrés irritación en la nariz, dificultad para respirar y dolor de cabeza no presente asociación para este grupo de población debido a que se presentó un valor de significancia mayor a 0,05. Es importante

mencionar que el síntoma que con mayor asociación corresponde a la irritación en la nariz, donde para el caso de los adultos mayores indicó una correlación perfecta en comparación con el otro grupo de edad que presentó una correlación moderada; De ello podemos analizar los > 60 años son las personas más vulnerables al estar expuestos ya que el sentido del olfato es mayor y cada vez va aumentando con el envejecimiento en comparación con las otras edades, lo que hace que la disminución del olfato se reduzca.

Tabla 28

Correlación presentadas para cada uno de los síntomas considerados, teniendo en cuenta su nivel de significancia y la Edad.

Grupo/Subgrupo		Estrés	Enojo o mal humor	Irritación en la garganta	Irritación en la nariz	Dificultad para respirar	Dolor de cabeza	#
Edad	18-26	0.22	0.14	0.50	0.13	N/A	N/A	RS
		0.524	0.7	0.136	0.72	N/A	N/A	P
	27-59	0.67	0.22	0.71	0.034	N/A	N/A	RS
		0.047*	0.53	0.038*	0.92	N/A	N/A	P
	> 60	0.31	0.65	0.81	0.54	N/A	N/A	RS
		0.369	0.041	0.004*	0.105	N/A	N/A	P

Nota: Se presentan las correlaciones para la categoría piel en relación a las concentraciones obtenidas de sulfuro de hidrógeno (H_2S), por subgrupo a partir de las personas encuestadas, donde #: nivel de significancia y porcentaje de correlación. Por Castro & Garzón (2022).

La tabla 28, hace referencia a las personas que presentan enfermedades crónicas, donde para los síntomas de “Irritación en la nariz”, “Irritación en la garganta” se aceptó la hipótesis alterna indicando la relación entre las dos variables de estudio, al presentar un coeficiente de significancia inferior al 0.05 (0.035 - 0.043), con un coeficiente de correlación de (RS: 0.64-0.70), lo que nos indica que se presenta una relación fuerte, caso contrario para los síntomas de estrés, enojo o mal humor, dificultad para respirar y dolor de cabeza, donde se aceptó la hipótesis nula al presentarse un coeficiente de significancia superior al 0.05, indicando que no existe una relación.

Es así que se identificó que las personas con enfermedades crónicas que afectan al sistema respiratorio (Alvéolos), puede influir en la capacidad de brindar oxígeno al cuerpo que sumado a la inhalación de gases como lo es el (H_2S) congestionan el sistema pulmonar dando paso a la presencia de síntomas en relación con las mucosas y las vías respiratorias superiores, confirmando el hecho de que en algunos casos las enfermedades crónicas influyen en la presencia de síntomas asociados con los olores ofensivos, lo cual se reafirma al presentar una correlación moderada de (RS: 55) para dificultad para respirar siendo esté un síntomas relacionado con las vías respiratorias es decir el sistema pulmonar que puede llegar a presentarse desde los 7 mg/m3 (Minsalud, 2012).

Tabla 29

Correlación presentadas para cada uno de los síntomas considerados, teniendo en cuenta su nivel de significancia y Condicionantes de la salud.

Grupo/Subgrupo		Estrés	Enojo o mal humor	Irritación en la garganta	Irritación en la nariz	Dificultad para respirar	Dolor de cabeza	#
Condicionantes de la salud	Enfermedades crónicas: Asma, bronquitis, diabetes, rinitis.	0.28	N/A	0.64	0.70	0.55	0.55	RS
		0.45	N/A	0.043*	0.035*	0.122	0.123	P

Nota: Se presentan las correlaciones para la categoría piel en relación a las concentraciones obtenidas de sulfuro de hidrógeno (H_2S), por subgrupo a partir de las personas encuestadas, donde #: nivel de significancia y porcentaje de correlación. Por Castro & Garzón (2022).

A Partir de lo anterior, se tiene que los síntomas manifestados por la población por medio de la encuesta se identificó que solo 6 de los 24 síntomas propuestos presentan relación y cuáles son los posibles efectos que estos generan como se puede ver en la tabla 29, esto a causa de que aun cuando se presentan concentraciones en el aire atípicas o superiores a las presenten en el fondo de un pozo séptico, no son lo suficientemente altas para llegar a provocar síntomas en relación con problemas de la piel y gastrointestinales, aun así se encontraron casos donde las personas presentaron síntomas característicos de concentraciones superiores a 20000 mg/m^3 (Montoya, 2020), casos aislados que pueden llegar a presentarse debido a que la persona presenta ser vulnerable ante olores ofensivos comúnmente considerados con anterioridad como desagradables

u ofensivos, por lo que es necesario tener en cuenta para futuros estudios la incidencia del tiempo en los efectos que pueden llegar a generar los olores ofensivos.

Tabla 30

Efectos de la exposición al sulfuro de hidrógeno

SUSTANCIA	GRUPOS	SÍNTOMAS	EFECTOS
H_2S	Estado de ánimo	Estrés	Irritabilidad, Inestabilidad emocional, problemas sociales
		Enojo o mal humor	Aumento de los niveles hormonales, aumento de la frecuencia cardiaca y presión arterial
	Irritación en las mucosas	Irritación en la nariz	Disminución del sentido olfativo, dolor de garganta
		Irritación en la garganta	Dolor al tragar o al hablar e inflamación de los ganglios
	Vías respiratorias superiores	Dificultad para respirar	Disnea, sensación de asfixia, ahogo o ansiedad
	Otro	Dolor de cabeza	Pérdida del equilibrio, confusión, pérdida de la vista e irritabilidad
	Social	Calidad de vida	Desorden alimenticio, insomnio y demás enfermedades en contra del equilibrio neurológico

Nota: Se presentan los efectos por exposición a sulfuro de hidrógeno (H_2S) para cada uno de los síntomas que presentaron estar relacionados. Por Castro & Garzón (2022).

9 Impacto Social y Humanístico del proyecto

El barrio el Ruby ubicado en la comuna 8 de la ciudad de Villavicencio, Meta se encuentra constituido por 491 viviendas distribuidas en los 5 sectores que se encuentra conformado el barrio y cuenta con una población aproximada de 1964 habitantes. Las condiciones presentes del barrio evidencia la presencia de pozos sépticos convencionales como mecanismo para la evacuación de las aguas residuales domésticas; actualmente desbordados muchos de ellos en varios sectores generando la emisión de olores ofensivos, esto como consecuencia de no contar con el acceso a sistemas de saneamiento básico como lo son las redes de alcantarillado siendo esta una estrategia que vincula un proceso de vital importancia en relación con la salud y calidad de vida de los habitantes (Prindle, 1967), sin embargo a pesar de la importancia del saneamiento ambiental, el barrio se encuentra en un estado de informalidad siendo este un limitante para la planeación e inversión de este tipo de servicio público por parte de las entidades gubernamentales (Ojeda, 2020). A partir de esto, se entiende la importancia de las condiciones sanitarias ya que estas se encuentran asociadas a los efectos en la salud ambiental de poblaciones expuestas.

Es así, que este proyecto de investigación aporta a los lideres de la junta de acción comunal del área de estudio información relacionada con los efectos en la salud y calidad de vida de la población del Rubi por la exposición de olores ofensivos, permitiéndole a los entes gubernamentales la toma de decisiones encaminadas a agilizar el proyecto de instalación de un sistema de alcantarillado ya que actualmente se encuentra en un periodo de legalización y así poder mejorar las condiciones actuales presentes de la zona de estudio y permita disminuir los síntomas (estrés, irritación en la garganta y nariz) asociados y sus enfermedades producto de la exposición continua. A la vez que se busca abrir la brecha de investigación referente a la contaminación por olores ofensivos a nivel local y nacional, sabiendo de antemano que a nivel nacional la información referente a esta temática es reducida y gran parte de esta es adaptada de normas internacionales españolas y alemanas (Uribe, 2018).

10 Conclusiones

A partir de la revisión inicial de la infraestructura de los pozos sépticos se establece que para el caso de los parámetros relacionados con la ubicación presentan un 82% de incumplimiento en estos y asi mismo para los parámetros relacionados el dimensionamiento de los mismos no cumple en un 74%, siendo esta la razón principal de que los pozos sépticos no cumplan con su función, siendo estos deficientes para la evacuación de las aguas residuales domésticas, en el que se asocia el colapso y desbordamiento de los mismos, además la falta de mantenimiento a generando también que la vida útil sea menor.

Al evaluar la intensidad o el grado de molestia asociado a la exposición continua de la población con la emisión de los olores ofensivos, por medio del protocolo FIDO, se obtuvo que con una intensidad del 47% la ofensividad presenta una categoría muy fuerte y una ofensividad fuerte con una frecuencia de 65% de acuerdo a los manifestado por la población, lo cual conlleva a afectaciones tanto en la salud como en la calidad de vida. Así mismo se identifica que la duración del olor que predomina es de 1 minuto con una frecuencia diaria.

A partir de los resultados obtenidos de las pruebas de correlación de Spearman, se identifican los síntomas con mayor frecuencia a presentar en relación a la exposición de sulfuro de hidrógeno, los cuales corresponden a estrés, enojo, irritación en la nariz, irritación en la garganta, dificultad para respirar y dolor de cabeza síntomas presentados con una frecuencia entre el 40% y 90%. Donde el grupo de edad poblacional más vulnerable o afectado corresponde a los adultos mayores (> 60 años); debido a su aumento de la percepción del olor y el tiempo de residencia en la zona de estudio.

Finalmente, de acuerdo a la correlación de los síntomas frecuentes y las concentraciones de sulfuro de hidrógeno que varían entre 0.9 a 16.20 mg/m^3 se establecen los posibles efectos en la salud ambiental, acorde a los síntomas planteados en la encuesta, encontrando que los problemas neurológicos son lo más representativos y una de las principales fuentes de enfermedades en América latina representando un 22%; Sumado a la inestabilidad emocional, presión arterial, disminución del sentido del olfato e insomnio, entre otros. Siendo estos los más frecuentes al exponerse frecuentemente a olores ofensivos,

11 Recomendaciones

Coordinar con la empresa de acueducto y alcantarillado (EAAV) un programa de limpieza mensual transitorio de los pozos sépticos, con la finalidad de disminuir los desbordamientos generados en el barrio mientras se logra la gestión de la implementación de un sistema de alcantarillado.

Informar a los habitantes acerca de los efectos en la salud relacionados por la exposición de olores ofensivos en la comunidad, con el propósito de sensibilizar a la comunidad promoviendo el autocuidado.

Gestionar por parte de los líderes comunales en compañía de la edil de la comuna 8, la necesidad de la implementación de un sistema de alcantarillado para la disposición y el tratamiento de las aguas de tipo doméstico, informando la condición actual del barrio el Ruby y los posibles efectos en la salud a causa de la exposición de inmisión de olores ofensivos por el desbordamiento de los pozos sépticos en varias sectores principales del barrio, ante la autoridad competente que para este caso obedece al sistema de acueducto y alcantarillado de la ciudad de Villavicencio (EAAV).

Remitir la queja formal por olores ofensivos, ante la autoridad de medio ambiente competente Cormacarena. Con la finalidad de dar a conocer la problemática y seguir con el protocolo de evaluación, monitoreo y seguimiento, el cual les proporcionará un plan de reducción de los olores ofensivos por parte de ellos.

Implementar por parte de la secretaría de salud local un programa de monitoreo, el cual permite establecer un cuadro clínico en relación a los síntomas por los olores ofensivos en los habitantes del barrio el Ruby, estableciendo información que permita mejorar las condiciones de salud y calidad de vida.

Por parte del área ambiental se indican las siguientes recomendaciones, reduciendo la emisión de olores ofensivos hasta una respuesta por parte de las autoridades competentes:

Aplicar Hipoclorito de calcio granulado en los pozos sépticos, el cual actúa como oxidante permitiendo la eliminación del sulfuro de hidrógeno siendo esta la sustancia generadora de inmisión de olores ofensivos, es importante considerar la siguiente dosificación para los pozos de acuerdo a su volumen, 21 gramos cada 100 ml de agua.

Implementación de biofiltros de bajo costo, construidos a partir de compost y corteza de árboles, materiales con cierto grado de humedad, que funcionan como malla absorbente y degradadora de gases como lo es el sulfuro de hidrógeno y amoniaco, manteniendo la humedad.

Considerar realizar más estudios de investigación con respecto a la problemática de contaminación por olores ofensivos el cual implica efectos en la salud de la población y calidad del aire, esto debido a la falta de información de esta problemática a nivel local, siendo esta una barrera al momento de gestionar y controlar las inmisiones de los olores ofensivos viéndose afectado la salud ambiental y el medio ambiente.

Finalmente, respecto al desarrollo metodológico se recomienda que tanto las instituciones como las entidades territoriales, faciliten la instrumentación adecuada y óptima para realizar las respectivas mediciones de sustancias generadoras de olores permitiendo así que dentro de la metodología haya acercamiento más adecuado hacia los resultados y eso me va a permitir que los análisis sean más aterrizados.

12 Referencias

Aatamila, m., Verkasalo, p. k., Korhonen, m., Suominen, a. l., Hirvonen, m. r., Viluksela, m. k., & Nevalainen, a. (2011). Odour annoyance and physical symptoms among residents living near waste treatment centres. Environmental Research, 111(1), 164-170. science direct. https://doi.org/10.1016/j.envres.2010.11.008.

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades ATSDR. (2016). Resumen de salud pública: sulfuro de hidrógeno (ácido sulfhídrico) | phs |. Agency for toxic substances and disease registry. retrieved 2022, from https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs114.html

Angulo Valencia, & Lia Paola. (2020). deterioro ambiental y afectaciones en la salud pública como resultado de la inadecuada implementación del relleno sanitario en córdoba. [Tesis de posgrado, Centro de Investigaciones en Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable]. Repositorio: http://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/3625.

Becerra, d., Niño, l. f., Oviedo, m. v., & Plaza, l. f. (2021). Relación entre la calidad del aire y la incidencia de enfermedades respiratorias en el municipio de San José de Cúcuta, norte de Santander. Ingeniería y competitividad, 23(2). Obtenido de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-30332021000200202#:~:text=De%20acuerdo%20a%20la%20asociación,con%20la%20calidad%20del%20aire.

Baena Osorio, S & Hernández Arboleda, L. (2012). Análisis de la regulación colombiana en materia de olores ofensivos. [Trabajo de grado, Universidad de Medellín]. Repositorio: https://repository.udem.edu.co/bitstream/handle/11407/1154/an%c3%a1lisis%20de%20la%20regulaci%c3%b3n%20colombiana%20en%20materia%20de%20olores%20ofensivos.pdf?sequence=1&isallowed=y.

Bas, A. m., & Acuña, J. e. (2017). ¿qué es y cómo combatir el sulfuro de hidrógeno (H_2S) o gas de alcantarilla? - emilio bas. aguasresiduales.info. retrieved 2022, from https://www.aguasresiduales.info/expertos/tribuna-opinion/que-es-y-como-combatir-el-sulfuro-de-hidrogeno-h2s-o-gas-de-alcantarilla-9kmea

Calderón, A. l., & Viana, l. (2020). Caso de estudio de reducción del impacto por emisión de olores ofensivos en la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas del municipio de santa fe de Antioquia. olores.org. retrieved 2022, from https://www.olores.org/es/tecnicas/odour-abatement/1000-caso-de-estudio-de-reduccion-del-impacto-por-emision-de-olores-ofensivos-en-la-planta-de-tratamiento-de-aguas-residuales-domesticas-del-municipio-de-santa-fe-de-antioquia

Canales, p., Bohórquez, b., Vega, j., & Hoehn, m. (2007, 01 23). La contaminación por olores y su regulación en la legislación nacional y extranjera (España y Alemania). in biblioteca del congreso nacional. serie estudios (no.2). from https://www.yumpu.com/es/document/read/12718202/la-contaminacion-por-olores-y-su-regulacion-en-la.

Castillo Salgado, c., Mujica, o., Loyola, e., & canela, j. (2013). Módulos de principios de epidemiología para el control de enfermedades (mopece). revista facultad nacional de salud pública, 31(1), 394-394. https://revistas.udea.edu.co/index.php/fnsp/article/view/15281.

Dahlgren, G., & Whitehead, M. (2021). The dahlgren-whitehead model of health determinants: 30 years on and still chasing rainbows. Public Health, 199, 20-24. doi: 10.1016/j.puhe.2021.08.009

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2005). la información del dane en la toma de decisiones regionales. retrieved 2022, from https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/planes-departamentos-ciudades/210310-infodane-villavicencio-meta.pdf

Estrada Paneque, a., Gallo González, m., & Nuñez Arroyo, e. (2016). Contaminación ambiental, su influencia en el ser humano, en especial: el sistema reproductor femenino. revista universidad y sociedad, 8(3), 80-86. From http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202016000300010.

García, a., Fernández, a., Flores, v., Ladera, g., & Valer, J. (2019). Análisis preliminar del impacto en la población por la contaminación odorífera emitida por el relleno sanitario el zapallal. retrieved agosto 15, 2021, from https://repositorio.oefa.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12788/151/grupo%202%20-%20araujo%20garcía%20alejandra.pdf?sequence=1&isallowed=y.

Giraldo Jurado, E y Lozada Cadeño, D. (2019). Origen de los olores en plantas de tratamiento de aguas residuales. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/981

Homéz sánchez, j. o. (2014). formulación de un plan de buenas prácticas ambientales para la prevención, control y seguimiento de la generación de olores ofensivos en el subsector avícola. repositorio universidad nacional. retrieved august 30, 2022, from https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/51670/2562113.2014.pdf?sequence=1&isallowed=y.

Lazcano Ponce, e., Fernández, e., Salazar Martínez, e., & Hernández Ávila, m. (2000). estudios de cohorte. metodología, sesgos y aplicación. salud pública de México, 42, 230-241. https://www.scielosp.org/article/spm/2000.v42n3/230-241/.

Liu, H., Zhang, X., Yan, Z., Yang, Y., Li, Q., & Cai, C. (2023). Research on representative engineering applications of anemometer towers location in complex topography wind resource assessment. *Energy Engineering: Journal of the Association of Energy Engineering, 120*(1), 163-179. doi:10.32604/ee.2022.019927

Lucernoni, F., Capelli, L., & Sironi, S. (2017). Comparison of different approaches for the estimation of odour emissions from landfill surfaces. Waste Management, 63, 345-353. doi: 10.1016/j.wasman.2016.09.041

Madalengoitia, l. d., & acosta, r. a. (2021). Técnicas de mitigación de olores en plantas de aguas residuales domesticas: una revisión sistemática. retrieved june 12, 2022, from https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/83430/madalengoitia_ald-sd.pdf?sequence=1&isallowed=y

Maldonado Saavedra, o., Gutiérrez Fragoso, k., Lobato Tapia, c., Herrera Riviero, m., & Méndez Bolaina, e. (2012). el sistema olfatorio: el sentido de los olores. revista de divulgación científica y tecnológica de la universidad veracruzana, 25(2), 611-618. From https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol25num2/articulos/sistema/.

Massidda, a. l. (2018). Cómo nombrar a la informalidad urbana: Una revisión de las definiciones en uso, sus implicaciones analíticas y su alcance. Revista del área de estudios urbanos. 16 (10), 301-315. From: https://dora.dmu.ac.uk/bitstream/handle/2086/18117/massidda%20%282018%29%20c%c3%b3mo%20nombrar%20a%20la%20informalidad%20urbana.pdf?sequence=1&isallowed=y.

Medlineplus. (2021). medlineplus. retrieved june 26, 2022, from https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/003089.htm.

Minetti, r., & Fonseca, j. (2017). Gestión de olores y su análisis en calidad de aire. Edutecne. retrieved 2022, from http://www.edutecne.utn.edu.ar/prodeca-proimca/actas-proimca-2017/im111-gestion.pdf

Ministerio de salud y protección social (MINSALUD). (2012). Lineamiento para la vigilancia sanitaria y ambiental del impacto de olores ofensivos en la salud y calidad de vida de las comunidades expuestas en áreas urbanas. Obtenido de:

https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/lists/bibliotecadigital/ride/vs/pp/sa/impacto-olores-ofensivos-salud.pdf.

Ministerio de salud y protección social (2012). Propuesta de lineamiento para la vigilancia sanitaria y ambiental del impacto de los olores ofensivos en la salud y calidad de vida. Retrieved 2022, from https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/lists/bibliotecadigital/ride/vs/pp/sa/impacto-olores-ofensivos-salud.pdf

Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible (16 de diciembre de 2014). Resolución 2087 de 2014. Por la cual se adopta el Protocolo para el Monitoreo, Control y Vigilancia de Olores Ofensivos. Obtenido de: https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/resolucion-2087-de-2014.pdf

Montoya Mejía, e., & Escobar Calderón, d. (2020). Generación de emisiones de ácido sulfhídrico y posibles alternativas de control para su reducción. [Trabajo de grado, Universidad de Antioquia]. Retrieved 2022. From: https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/17974/5/montoyaestefania_2020_generacionemisionesacido.pdf.

Muniz, D. p. (2018). la importancia del saneamiento básico para la salud pública: un estudio en el municipio de Tabatinga-Amazonas, Brasil. Espíritu emprendedor TES, 2(4), 84-93. https://doi.org/10.33970/eetes.v2.n4.2018.113.

Murguía, W. (2007). Contaminación por olores: el nuevo reto ambiental. gaceta ecológica, (82), 49-53. From https://www.redalyc.org/pdf/539/53908204.pdf.

Nolasco Tapia, c. s. (2015). la utilización del protocolo FIDO como herramienta metodológica para determinar la molestia por olores de alimentos en el distrito de Miraflores. From https://www.olores.org/index.php?option=com_content&view=article&id=559:la-utilizacion-del-protocolo-fido-como-herramienta-metodologica-para-determinar-la-molestia-por-olores-de-alimentos-en-el-distrito-de-miraflores&catid=25&lang=es&itemid=296.

Nunnally, J. C. (1978). *Psychometric theory*. (2d ed.). McGraw-Hill. WorldCat. Retrieved November 10, 2022, from https://www.worldcat.org/es/title/psychometric-theory/oclc/3167590

Ojeda, l., Rodríguez, j. c., Mansilla Quiñones, p., & Pino Vásquez, a. (2020). El acceso al agua en asentamientos informales. el caso de Valparaíso, Chile. bitácora urbano territorial, 30(1), 151-165. http://www.scielo.org.co/pdf/biut/v30n1/0124-7913-biut-30-01-151.pdf.

Ordoñez, G. a. (2000). Salud ambiental: conceptos y actividades. revista panamericana de salud pública, 7, 137-147. From https://www.scielosp.org/article/rpsp/2000.v7n3/137-147/es/.

Oviedo, h. c., & Campo Arias, a. (2005). metodología de investigación: uso del coeficiente alfa de Cronbach. Revista colombiana de psiquiatría, 34(4), 572-580. From https://www.redalyc.org/pdf/806/80634409.pdf.

Piccardo, m. t., Geretto, m., Pulliero, a., & Izzotti, a. (2022). Odor emissions: a public health concern for health risk perception. environmental research, 204(8). https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.112121

Prindle, r. a. (1967). Importancia del saneamiento ambiental para la salud de la comunidad. boletín de la oficina sanitaria panamericana (OSP); 63 (4), oct. 1967. https://iris.paho.org/handle/10665.2/12638?locale-attribute=es.

Ramos rincón, j. m., Bermúdez, a., & Rojas, t. (2018). Contaminación odorífera: causas, efectos y posibles soluciones a una contaminación invisible. Revista de investigación agraria y ambiental, 9(1), 165-180. https://doi.org/10.22490/21456453.2053.

Rensis, L. (2019). *A technique for the measurement of attitudes*. Retrieved: noviembre 10, 2022, from https://psycnet.apa.org/record/1933-01885-001

Reyes Varón, j. e., cortés garzón, j. a., & Turriago Hernández, e. f. (2019). Análisis de la condición legal de los barrios en Villavicencio (meta). retroceded agosto 24, 2021, from https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/20212/1/2019_%20an%c3%a1lisis_condici%c3%b3n_%20legal.pdf.

Synnott, a. (2013). sociología del olor. revista mexicana de sociología, 65(2), 431-464. From https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-25032003000200006.

Tran, L. H., Murayama, T., Enomoto, C., & Nishikizawa, S. (2020). Impact of odor from a landfill site on surrounding areas: A case study in ho chi minh city, vietnam. *Environment and Natural Resources Journal, 18*(4), 322-332. doi:10.32526/ennrj.18.4.2020.31

Veloza Parra, A. C., & Misnaza Pineda, B. A. (2019). Evaluación de los impactos odoríferos ocasionados por la Quebrada Sabaneta en el barrio Mandalay, sector B, Fusagasugá, Cundinamarca. Retrieved from: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/1152.

Yassi, a., Kjellstrom, t., Kok, t., & Guidotti, t. (2009). Salud ambiental básica. la habana: editorial ciencias médicas (1era edición), from http://www.pnuma.org/educamb/documentos/salud_ambiental_basica.pdf.

Zhaowen, c., zhongtao, s., shijie, z., ziyang, l., nanwen, z., & lili, f. (2019). The identification and health risk assessment of odor emissions from waste landfilling and composting. science of the total environment, 649, 1038-1044. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.230.

Zhang, Y., Ning, X., Li, Y., Wang, J., Cui, H., Meng, J., . . . Shang, X. (2021). Impact assessment of odor nuisance, health risk and variation originating from the landfill surface. Waste Management, 126, 771-780. doi: 10.1016/j.wasman.2021.03.055.

13 Anexos

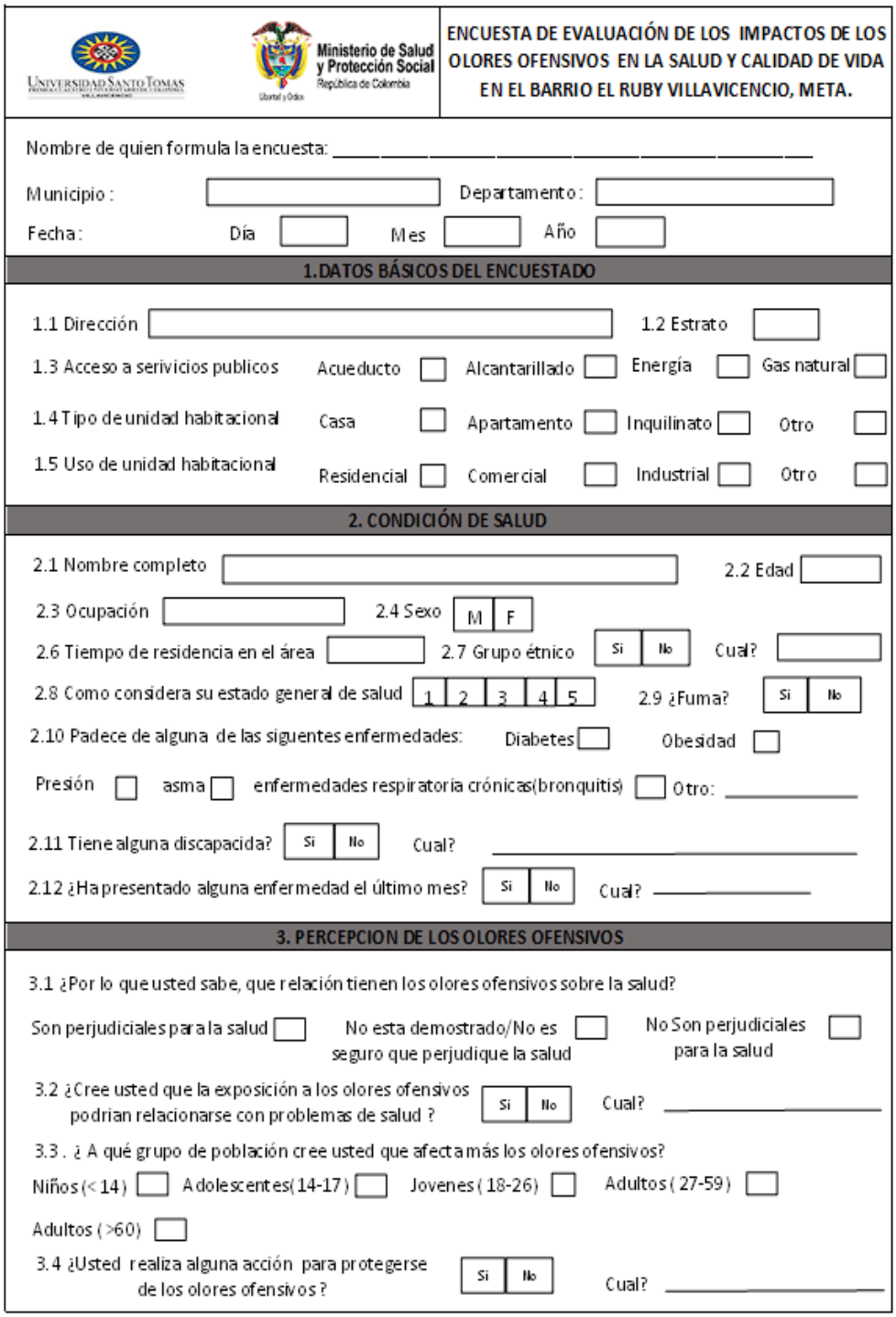
Anexo 1

Lista de chequeo

Universidad Santo Tomas sede Villavicencio Facultad de Ingeniería Ambiental LISTA DE CHEQUEO				
Nombre de quien lo realiza				
Sector / N° de pozo		Fecha		
Coordenadas				
N° de personas por unidad habitacional indeitifcada				
Parámetros a tener en cuenta para la ubicación de un pozo séptico				
N°	Parámetros	Cumple	No cumple	Observaciones
1	Tubería de abastecimiento de agua a presión (distancia mínima 3m).			
2	Corriente de rio o arroyo (distancia mínima 25m).			
3	Casas o sus dependencias (distancia mínima 3.5m).			
4	Límites de propiedad (distancia mínima 3m).			
5	Líneas divisoras de lotes (distancia mínima 0.6m).			
Parámetros a tener en cuenta para la construccion de un pozo séptico				
N°	Párametros	Cumple	No cumple	Observaciones
1	Cuenta con dispositivo de entrada.			
2	Cuenta con dispositivo de salida.			
3	Entrada y salida con tubos de pvc o gres.			
4	Diámetro de entrada mínimo de 0.1 m.			
5	Cuenta con tabique divisorio.			
6	Volumen mínimo de $3m^3$			
7	Materiales de construcción: concreto, barro vitrificado, bloques de contrato o cualquier material no susceptible a corrosión o deterioro.			
8	Cuenta con una losa removible que no sea menor a 0.6 x 0.6 m.			
9	Cuenta con biolatrines.			
10	Profundidad mínima por # de usuarios.			
11	Ancho mínimo por # de usuarios.			
12	Largo mínimo por # de usuarios.			

Anexo 2

Encuesta en relación a la percepción y posibles efectos a la salud



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

Ministerio de Salud y Protección Social
República de Colombia

ENCUESTA DE EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS DE LOS OLORES OFENSIVOS EN LA SALUD Y CALIDAD DE VIDA EN EL BARRIO EL RUBY VILLAVICENCIO, META.

Nombre de quien formula la encuesta: _____

Municipio : _____ Departamento: _____

Fecha: Día _____ Mes _____ Año _____

1. DATOS BÁSICOS DEL ENCUESTADO

1.1 Dirección _____ 1.2 Estrato _____

1.3 Acceso a serivicios publicos Acueducto ☐ Alcantarillado ☐ Energía ☐ Gas natural ☐

1.4 Tipo de unidad habitacional Casa ☐ Apartamento ☐ Inquilinato ☐ Otro ☐

1.5 Uso de unidad habitacional Residencial ☐ Comercial ☐ Industrial ☐ Otro ☐

2. CONDICIÓN DE SALUD

2.1 Nombre completo _____ 2.2 Edad _____

2.3 Ocupación _____ 2.4 Sexo M F

2.6 Tiempo de residencia en el área _____ 2.7 Grupo étnico Si No Cual? _____

2.8 Como considera su estado general de salud 1 2 3 4 5 2.9 ¿Fuma? Si No

2.10 Padece de alguna de las siguentes enfermedades: Diabetes ☐ Obesidad ☐

Presión ☐ asma ☐ enfermedades respiratoria crónicas(bronquitis) ☐ Otro: _____

2.11 Tiene alguna discapacida? Si No Cual? _____

2.12 ¿Ha presentado alguna enfermedad el último mes? Si No Cual? _____

3. PERCEPCION DE LOS OLORES OFENSIVOS

3.1 ¿Por lo que usted sabe, que relación tienen los olores ofensivos sobre la salud?

Son perjudiciales para la salud ☐ No esta demostrado/No es seguro que perjudique la salud ☐ No Son perjudiciales para la salud ☐

3.2 ¿Cree usted que la exposición a los olores ofensivos podrian relacionarse con problemas de salud ? Si No Cual? _____

3.3 . ¿ A qué grupo de población cree usted que afecta más los olores ofensivos?

Niños (< 14) ☐ Adolescentes(14-17) ☐ Jovenes (18-26) ☐ Adultos (27-59) ☐

Adultos (>60) ☐

3.4 ¿Usted realiza alguna acción para protegerse de los olores ofensivos ? Si No Cual? _____

4. PERCEPCIÓN DE LOS OLORES OFENSIVOS

4. Frecuencia, intensidad y duracion de los olores

4.1 Frecuencia del olor	4.2 Intensidad del olor	4.3 Duracion del olor
Con respecto al olor que usted percibe, la frecuencia del mismo es:	*Con respecto al olor que usted percibe, la intensidad del mismo*	*Con respecto al olor que usted percibe, la Duracion del mismo es:*
Puntual ☐	Muy fuerte ☐	1 minuto ☐
Trimestral ☐	Fuerte ☐	10 minutos ☐
Mensual ☐	Moderado ☐	1 hora ☐
Semanal ☐	Debil ☐	4 horas ☐
Diario ☐	Muy debil ☐	12 horas ☐

4.4. Clasificación de olor según tablas FIDO:

Muy ofensivo ☐ Ofensivo ☐ Desagradable ☐ No Desagradable ☐

5. PERCEPCIÓN DE LOS EFECTOS EN LA SALUD Y CALIDAD DE VIDA

5.1 Para los siguientes sintomas indique con que frecuencia los presenta ,(1= Diario, 2=Cada semana, 3= Cada mes, 4= Pocas veces, 5 = Nunca):

5.1.1. Estado de ánimo

- Estresado ☐
- Enojado, de mal humor ☐
- Cansado, confuso, agotado ☐
- Triste e infeliz ☐
- Nervioso, ansioso ☐

5.1.2. Irritación en las mucosas

- Irritación en la garganta ☐
- Irritación en los ojos ☐
- Picazón en la nariz ☐

5.1.3. Vías respiratorias superiores

- Tos ☐
- Dificultad para respirar ☐
- Flujo nasal ☐
- Dolor de garganta ☐
- Sensación de quemazón ☐

5.1.4. Gastrointestinal

- Diarrea ☐
- Nauseas ☐
- Vómito ☐
- Dolor de estomago ☐

5.1.5. Piel

- Dermatitis ☐
- Comezón en la piel ☐
- Irritación en la piel ☐

5.1.6. Otros

- Dolor de cabeza ☐
- Malestar general ☐
- Mareos ☐
- Zumbidos en los oídos ☐

6. OBSERVACIONES

_____

_____

_____

_____

Nota: Por Castro & Garzón (2022).

Anexo 3

Tablas FIDO

INTENSIDAD DEL OLOR

MF	F	M	D	MD
MUY FUERTE	FUERTE	MODERADO	DÉBIL	MUY DÉBIL

OLORES MUY OFENSIVOS

		FRECUENCIA				
		PUNTUAL	TRMESTRAL	MENSUAL	SEMANAL	DIARIO
DURACIÓN	1 MINUTO	N/A	N/A	MF	F	M
	10 MINUTOS	N/A	MF	F	M	D
	1 HORA	MF	F	M	D	MD
	4 HORAS	F	M	D	MD	MD
	> 12 HORAS	M	D	MD	MD	MD

* NO APLICA

OLORES OFENSIVOS

		FRECUENCIA				
		PUNTUAL	TRMESTRAL	MENSUAL	SEMANAL	DIARIO
DURACIÓN	1 MINUTO	N/A	N/A	N/A	MF	F
	10 MINUTOS	N/A	N/A	MF	F	M
	1 HORA	N/A	MF	F	M	D
	4 HORAS	MF	F	M	D	MD
	> 12 HORAS	F	M	D	MD	MD

* NO APLICA

OLORES DESAGRADABLES

		FRECUENCIA				
		PUNTUAL	TRMESTRAL	MENSUAL	SEMANAL	DIARIO
DURACIÓN	1 MINUTO	N/A	N/A	N/A	N/A	MF
	10 MINUTOS	N/A	N/A	N/A	MF	F
	1 HORA	N/A	N/A	MF	F	M
	4 HORAS	N/A	MF	F	M	D
	> 12 HORAS	MF	F	M	D	MD

* NO APLICA

OLORES NO DESAGRADABLES

		FRECUENCIA				
		PUNTUAL	TRMESTRAL	MENSUAL	SEMANAL	DIARIO
DURACIÓN	1 MINUTO	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	10 MINUTOS	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	1 HORA	N/A	N/A	N/A	N/A	MF
	4 HORAS	N/A	N/A	N/A	MF	F
	> 12 HORAS	N/A	N/A	MF	F	M

* NO APLICA

Nota: Minsalud (2012).

Anexo 4

Resultados de la prueba de normalidad

	Sig.
Concentrciones_promedio	0.074
Pregunta_1	0.023
Pregunta_2	0.007
Pregunta_3	0.011
Pregunta_4	0.003
Pregunta_5	0.003
Pregunta_6	0.090
Pregunta_7	0.009
Pregunta_8	0.001
Pregunta_9	0.003
Pregunta_10	0.010
Pregunta_11	0.091
Pregunta_12	0.000
Pregunta_13	0.000
Pregunta_14	
Pregunta_15	0.000
Pregunta_16	
Pregunta_17	0.000
Pregunta_18	0.000
Pregunta_19	0.000
Pregunta_20	0.009
Pregunta_21	,200*
Pregunta_22	0.000
Pregunta_23	0.000

Nota: Por Castro & Garzón (2022).

Anexo 5

Parámetros de la ubicación de los pozos sépticos

Resultados Lista de chequeo			
N°	Parámetros	Cumplen (Cant. Pozos sépticos)	No Cumplen (Cant. Pozos sépticos)
1	Tubería de abastecimiento de agua a presión (distancia mínima 3m).	0	62
2	Corriente de río o arroyo (distancia mínima 25m).	55	7
3	Casas o sus dependencias (distancia mínima 3.5m).	0	62
4	Límites de propiedad (distancia mínima 3m).	0	62
5	Líneas divisorias de lotes (distancia mínima 0.6m).	0	62

Nota: Se relaciona el cumplimiento de parámetros referentes a la ubicación de los pozos sépticos a nivel domiciliario. Por Castro & Garzón (2022).

Anexo 6

Parámetros de dimensionamiento de los pozos sépticos.

N°	**Parámetros**	**Cumplen (Cant. Pozos sépticos)**	**No Cumplen (Cant. Pozos sépticos)**
1	Cuenta con dispositivo de entrada.	0	62
2	Cuenta con dispositivo de salida.	0	62
3	Entrada y salida con tubos de PVC o GRES.	62	0
4	Diámetro de entrada mínimo de 0.1m.	61	1
5	Cuenta con tabique divisorio.	2	60

N°	Parámetros	Cumplen (Cant. Pozos sépticos)	No Cumplen (Cant. Pozos sépticos)
6	Volumen mínimo de 3m3	22	40
7	Materiales de construcción: concreto, barro vitrificado, bloques de contrato o cualquier material no susceptible a corrosión o deterioro.	62	0
8	Cuenta con una losa removible que no sea menor a 0.6 x 0.6 m.	12	50
9	Cuenta con biolatrines.	0	62
10	Profundidad mínima por # de usuarios.	11	51
11	Ancho mínimo por # de usuarios.	10	52
12	Largo mínimo por # de usuarios.	29	33

Nota: Presenta el resultado del cumplimiento de los parámetros de dimensionamiento de los 63 pozos sépticos, evaluados en campo. Por Castro & Garzón (2022).

Anexo 7

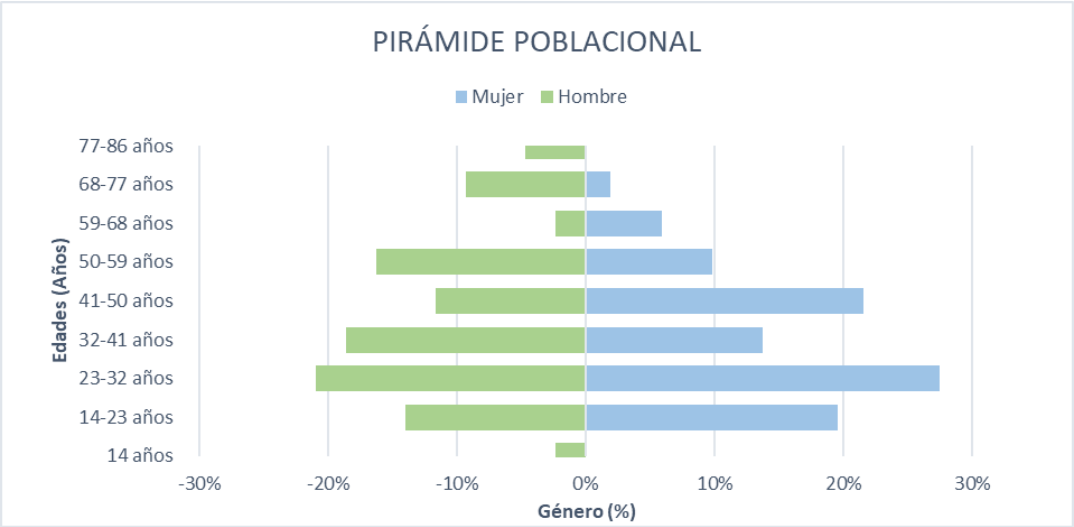
Información tabulada en el spss

	Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing	Columns	Align	Measure	Role
1	Nombres	String	9	0	Nombres y apel...	None	None	9	Left	Nominal	Input
2	¿Sehasenti...	Numeric	1	0	¿Se ha sentido...	None	None	12	Right	Ordinal	Input
3	¿Sehasenti...	Numeric	1	0	¿Se ha sentido...	None	None	12	Right	Ordinal	Input
4	¿Sehasenti...	Numeric	1	0	¿Se ha sentido...	None	None	12	Right	Ordinal	Input
5	¿Sehasenti...	Numeric	1	0	¿Se ha sentido...	None	None	12	Right	Ordinal	Input
6	¿Sehasenti...	Numeric	1	0	¿Se ha sentido...	None	None	12	Right	Ordinal	Input
7	¿Hastenidoi...	Numeric	1	0	¿Has tenido irri...	None	None	12	Right	Ordinal	Input
8	¿Hastenidoi...	Numeric	1	0	¿Has tenido irri...	None	None	12	Right	Ordinal	Input
9	¿Hastenidoi...	Numeric	1	0	¿Has tenido irri...	None	None	12	Right	Ordinal	Input
10	¿Haspresen...	Numeric	1	0	¿Has presenta...	None	None	12	Right	Ordinal	Input
11	¿Haspresen...	Numeric	1	0	¿Has presenta...	None	None	12	Right	Ordinal	Input
12	¿Haspresen...	Numeric	1	0	¿Has presenta...	None	None	12	Right	Ordinal	Input
13	¿Haspresen...	Numeric	1	0	¿Has presenta...	None	None	12	Right	Ordinal	Input
14	¿Haspresen...	Numeric	1	0	¿Has presenta...	None	None	12	Right	Ordinal	Input
15	¿Haspresen...	Numeric	1	0	¿Has presenta...	None	None	12	Right	Ordinal	Input
16	¿Haspresen...	Numeric	1	0	¿Has presenta...	None	None	12	Right	Ordinal	Input
17	¿Haspresen...	Numeric	1	0	¿Has presenta...	None	None	12	Right	Ordinal	Input
18	¿Haspresen...	Numeric	1	0	¿Has presenta...	None	None	12	Right	Ordinal	Input
19	¿Haspresen...	Numeric	1	0	¿Has presenta...	None	None	12	Right	Ordinal	Input
20	¿Haspresen...	Numeric	1	0	¿Has presenta...	None	None	12	Right	Ordinal	Input
21	¿Haspresen...	Numeric	1	0	¿Has presenta...	None	None	12	Right	Ordinal	Input
22	¿Haspresen...	Numeric	1	0	¿Has presenta...	None	None	12	Right	Ordinal	Input
23	¿Haspresen...	Numeric	1	0	¿Has presenta...	None	None	12	Right	Ordinal	Input
24	¿Haspresen...	Numeric	1	0	¿Has presenta...	None	None	12	Right	Ordinal	Input
25	¿Haspresen...	Numeric	1	0	¿Has presenta...	None	None	12	Right	Ordinal	Input

Nota: Tabulación de los datos para la confiabilidad de los datos, en el software SPSS (27.0). Por Castro & Garzón (2022).

Anexo 8

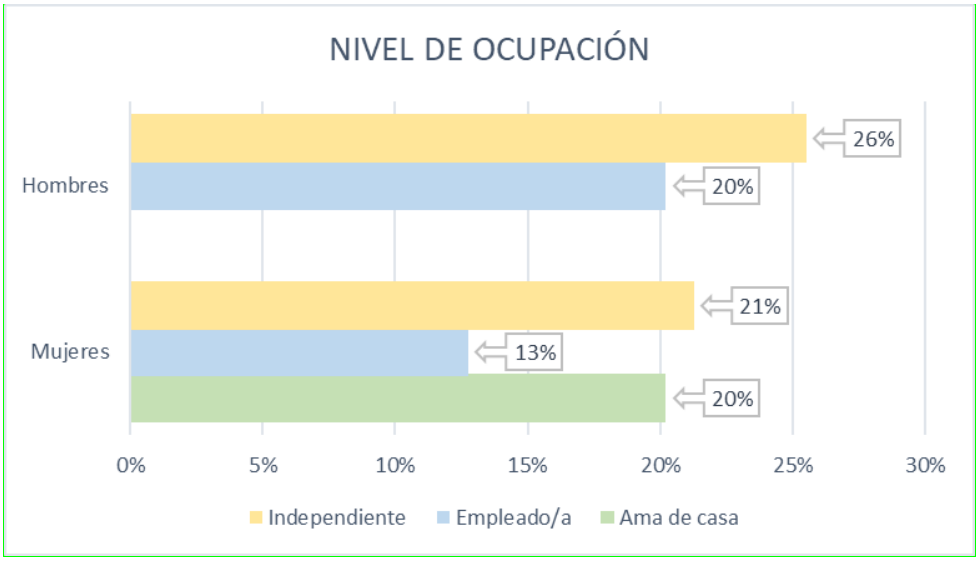
Pirámide poblacional



Nota: Por Castro & Garzón (2022).

Anexo 9

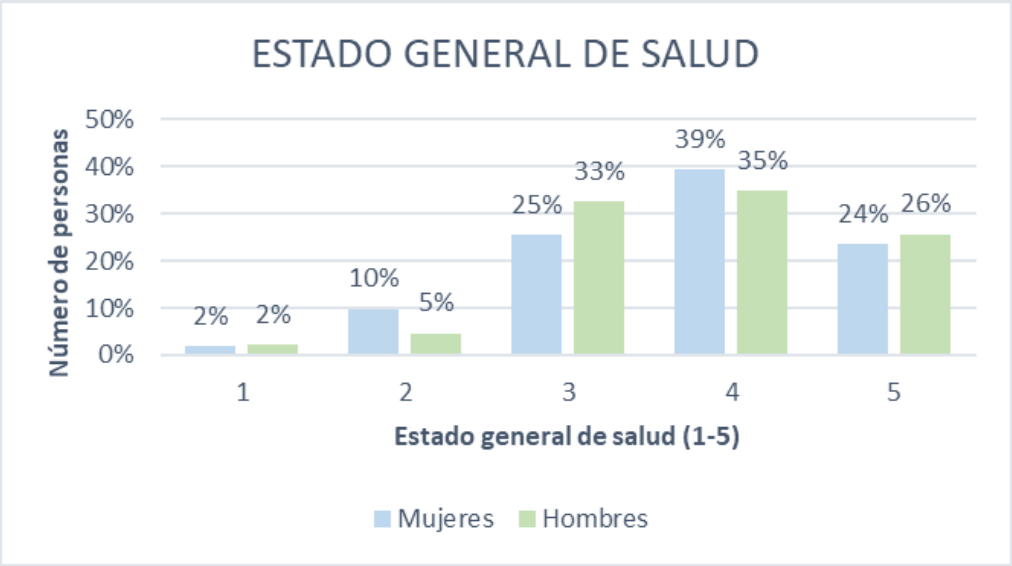
Nivel de ocupación



Nota: Por Castro & Garzón (2022).

Anexo 10

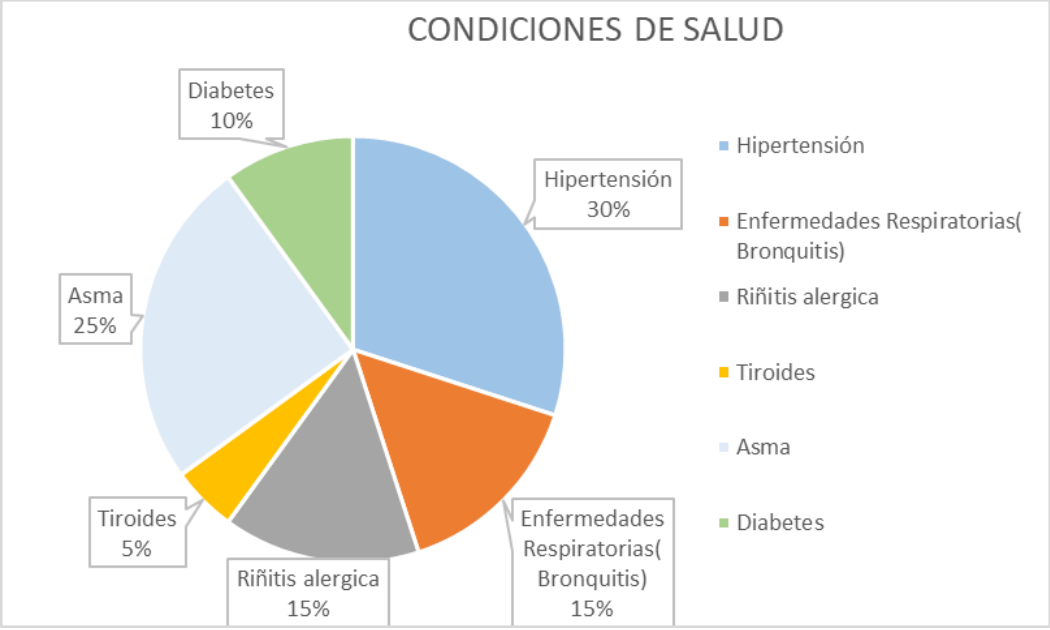
Estado general de la salud



Nota: Por Castro & Garzón (2022).

Anexo 11

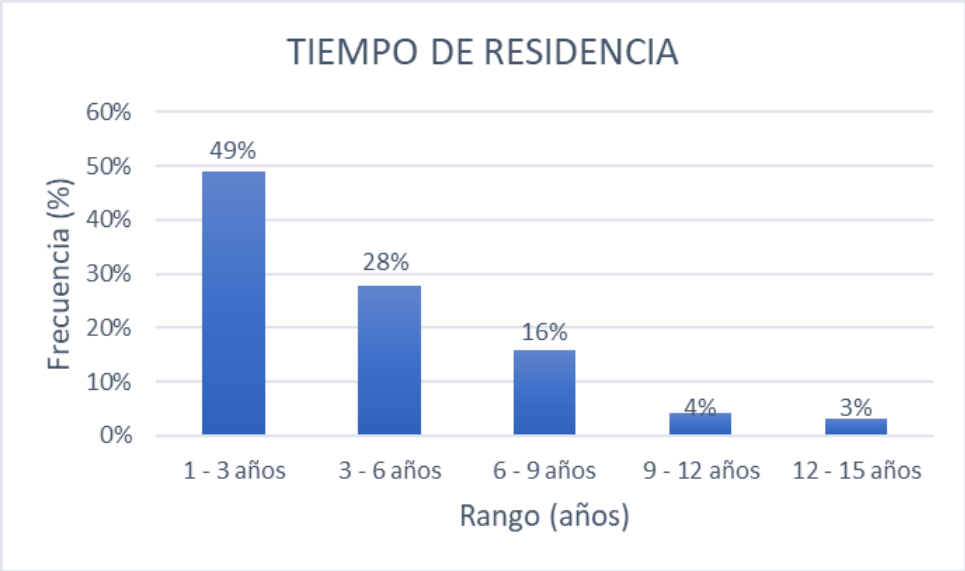
Condicionantes de la salud



Nota: Por Castro & Garzón (2022).

Anexo 12

Tiempo de residencia en el área de estudio



Nota: Por Castro & Garzón (2022).

Anexo 13

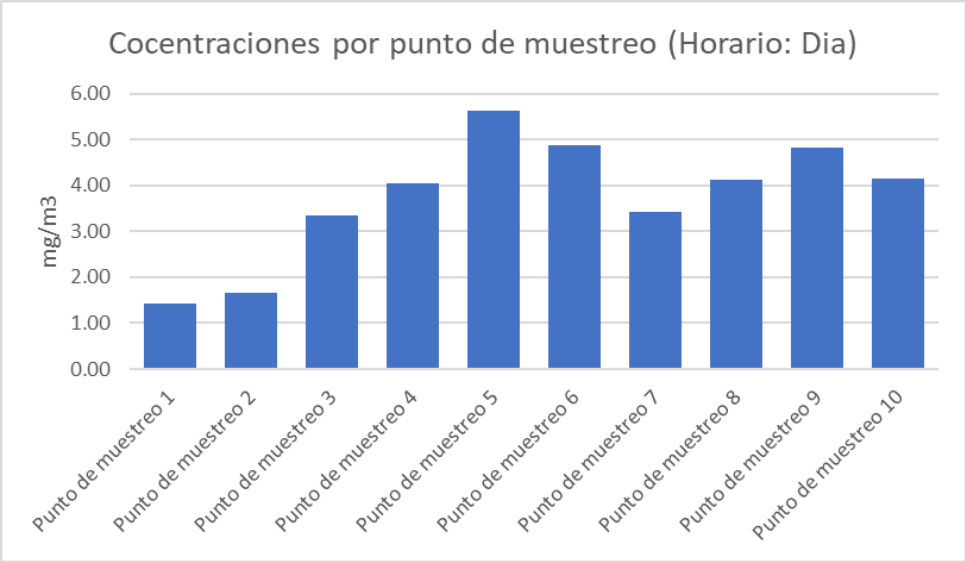
Concentraciones de sulfuro de hidrogeno registradas en campo

Horario	P 1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Mañana	1.10	1.23	2.30	1.10	0.90	1.30	0.70	0.00	1.10	3.97
Tarde	1.10	1.03	2.10	1.70	1.30	2.70	1.63	2.67	2.97	4.23
Noche	0.50	2.33	2.03	1.70	1.93	3.83	5.73	1.53	1.50	0.70
Mañana	0.90	1.93	3.00	3.63	4.47	2.37	1.30	1.30	1.30	1.50
Tarde	1.30	1.30	0.90	1.30	2.13	4.27	3.83	1.30	1.10	3.63
Noche	0.90	3.20	1.63	1.30	1.93	3.83	5.73	1.53	0.50	0.70
Mañana	0.90	2.33	4.27	6.37	7.23	6.57	5.33	7.63	7.63	4.00
Tarde	8.67	4.67	2.57	5.37	5.30	4.30	7.63	13.17	12.10	8.27
Noche	0.60	3.20	1.63	1.30	1.93	3.83	5.73	1.53	0.60	0.70
Mañana	3.80	1.90	3.80	4.63	14.10	12.80	8.63	8.47	13.57	11.93
Tarde	9.27	12.33	5.77	7.67	12.00	12.87	11.80	10.13	12.43	17.07
Noche	0.90	3.20	1.63	1.30	1.93	3.83	5.73	1.53	0.90	0.50
Mañana	0.90	1.93	3.00	3.63	4.47	2.37	1.30	1.30	1.30	1.50
Tarde	0.57	1.30	1.77	1.30	16.20	10.20	11.57	11.47	8.57	8.37
Noche	0.70	3.20	1.63	1.30	1.93	3.83	5.73	1.53	0.50	1.30
Mañana	1.30	2.33	4.27	6.37	7.23	6.57	5.33	7.63	7.63	4.00
Tarde	4.27	6.37	4.87	4.03	4.67	4.90	3.83	3.43	6.37	6.17
Noche	0.60	3.20	1.63	1.30	2.07	3.57	5.73	1.53	0.23	0.87
Mañana	0.70	0.90	1.13	2.53	0.90	2.10	1.30	2.53	1.30	2.13
Tarde	8.67	4.67	2.57	5.37	5.30	4.30	7.63	11.57	11.43	8.27
Noche	0.50	3.20	1.63	1.30	1.93	3.83	5.73	1.53	0.90	1.50

Nota: Datos registrados en campo haciendo uso del detector de sulfuro de hidrogeno para cada uno de los pozos sépticos monitoreados según el horario. Por Castro & Garzón (2022).

Anexo 14

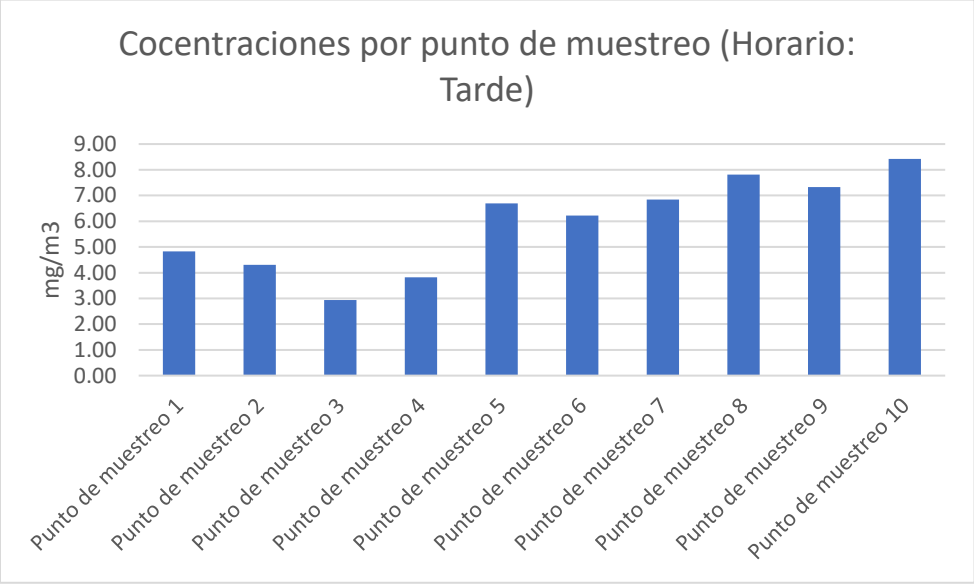
Concentraciones registradas para las 8:00 am



Nota: Por Castro & Garzón (2022).

Anexo 15

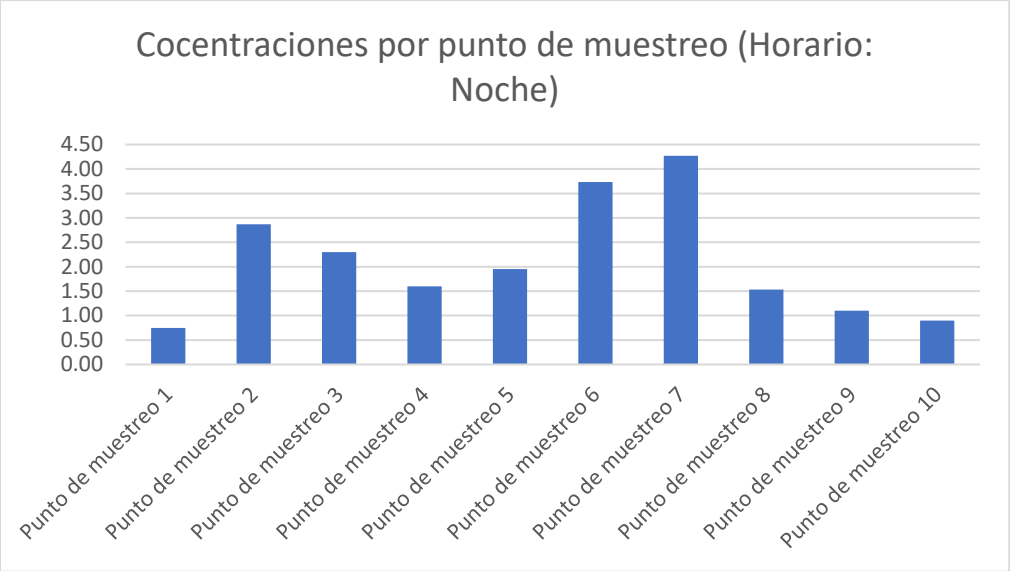
Concentraciones registradas para las 1:00 pm



Nota: Por Castro & Garzón (2022).

Anexo 16

Concentraciones registradas para las 7:00 pm

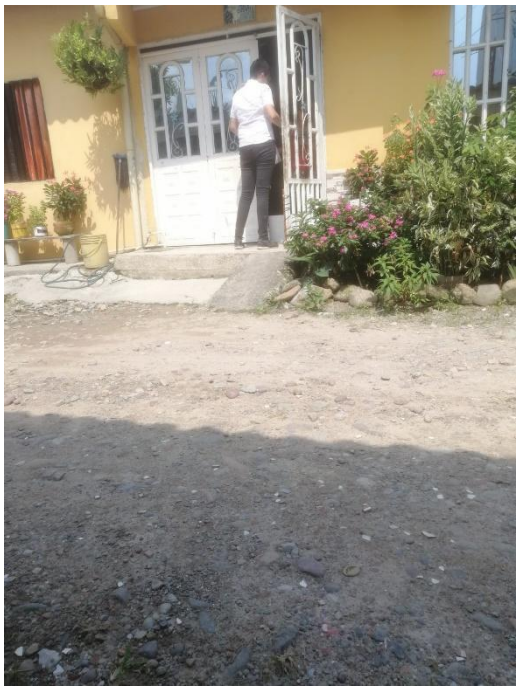


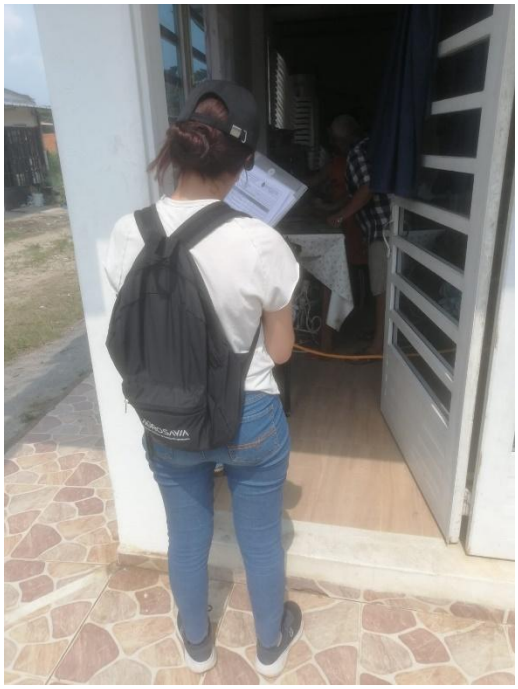
Nota: Por Castro & Garzón (2022).

14 Anexos fotográficos

Anexo 17

Evidencia fotográfica de la aplicación de la lista de chequeo y de las encuestas





Nota: Por Castro & Garzón (2022).

Anexo 18

Evidencia fotográfica de pozos sépticos desbordados

Nota: Por Castro & Garzón (2022).

Anexo 19

Evidencia fotográfica de los puntos de muestreo y recolección de datos

Nota: Por Castro & Garzón (2022).

Anexo 20

Evidencia fotográfica del registro de velocidad del viento y temperatura

Nota: Por Castro & Garzón (2022).

Anexo 21

Comparación de las concentraciones registradas por ambos detectores

Nota: Valor registrado por detector portable modelo multi-gas with (K-600), fue de 7.0 y el sensor detector (WT 8822) fue de 7,1 ambos en unidades de ppm, los decimales se deben a que el sensor with built-in, mide únicamente en valores enteros. Por Castro & Garzón (2022).