

Información Importante

La Universidad Santo Tomás, informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del catálogo en línea, página web y Repositorio Institucional del CRAI-USTA, así como en las redes sociales y demás sitios web de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor, nunca para usos comerciales.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

**Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación, CRAI-USTA
Universidad Santo Tomás, Bucaramanga**

Estrategias de Sostenibilidad Ambiental como Mecanismos de Control y Mitigación de Olores Ofensivos en el Sector Mesa de Los Santos, Municipio de Los Santos, Santander

Carolina Jones Zambrano

Trabajo de grado para optar el título de Magíster en Ciencias y Tecnologías Ambientales

Director

Carlos Alberto Amaya Corredor

Magíster en Gestión y Auditorías Ambientales

Codirectora

Alba J. Vargas Buitrago

Magíster Ciencias y Tecnologías Ambientales

Universidad Santo Tomás

División de Ingenierías y Arquitectura

Facultad de Química Ambiental

Bucaramanga

2020

Dedicatoria

GRACIAS A DIOS porque veo culminada esta etapa de mi vida. Este esfuerzo se lo dedico a Él porque puso en mi camino esta oportunidad que se, abrirá para mi vida nuevas experiencias y oportunidades.

A MIS PADRES Enrique y Nelcy, porque siempre a pesar de la distancia han estado ahí para mí, con su amor y su ejemplo, me acompañan finalizando este momento de mi vida.

A MIS HIJOS, Santiago e Isabella quienes sin su amor incondicional y su comprensión no habría sido posible culminar esta etapa.

A MIS HERMANOS Bibiana y Enrique por acompañarme siempre y apoyarme.

Agradecimientos

Al profesor Ph.D. Omar Lengerke por un requisito que se convirtió realmente en oportunidad.

Al Ing. MSc. Carlos Alberto Amaya por su apoyo, ayuda y acompañamiento en este proceso como director del proyecto, compañero de trabajo y amigo.

Al Mg. Jhon Velásquez por el apoyo incondicional en esta etapa de mi vida.

A la Ing. MSc. Alba J. Vargas B. por acompañarme durante este proceso como amiga y apoyarme como Codirectora con sus aportes para la finalización de este proyecto.

“Se paciente, no sucederá de la noche a la mañana, solo ten fe”

Contenido

	Pág.
Introducción	18
1 Objetivos	22
1.1 Objetivo General	22
1.2 Objetivos Específicos.....	22
2. Marco Referencial.....	23
2.1 Marco Teórico.....	23
2.1.1 El ordenamiento territorial y el desarrollo sostenible.	23
2.2 Acercamiento inicial a la generación de olores ofensivos	27
2.3 Principales Actividades Generadoras de Olores Ofensivos.....	30
2.3.1 Fuentes puntuales. Las chimeneas, conductos, salidas de ventilación.	31
2.3.2 Fuentes difusas.....	31
2.4 Cría y Sacrificio de animales	36
2.5 Técnicas de medición de olores ofensivos	37
2.5.1 Técnicas sensoriales.	38
2.5.2 Olfatometría dinámica.....	38
2.5.3 Métodos para determinar la molestia.	39
2.5.4 Técnicas Analíticas.	39
2.6 Modelación de Contaminantes.....	40
2.6.1 Factores que Afectan la Dispersión del Olor.	41

2.7 Sostenibilidad Ambiental.....	41
2.8 Análisis de la explotación avícola en Colombia	43
2.9 Problemática ambiental del sector	46
3. Buenas prácticas en granjas	49
3.1 Control del desperdicio de alimento	49
3.2 Control de la alimentación	50
3.3 Control de humedad y temperatura.....	52
4. Estado del Arte.....	54
4.1 Internacional.....	54
4.2 Nacional	71
5. Marco Legal	73
6. Método.....	74
6.1 Etapa 1: Análisis de condiciones del área objeto de estudio	77
6.2 Etapa 2: Caracterización de actividades productivas susceptibles a generación de olores ofensivos	77
6.3 Etapa 3: Determinación de la relación del comportamiento de los compuestos generadores de olores ofensivos con las variables meteorológicas, climáticas, topográficas y bióticas de la micro- región objeto de estudio.....	78
6.4 Etapa 4: Indicadores de Sostenibilidad ambiental	78
7. Resultados y Discusión	79
7.1 Caracterización de las condiciones de sostenibilidad en la microregión Sector Mesa de Los Santos – Santander, a partir de las determinantes del ordenamiento territorial	79
7.1.1 Descripción del Municipio.....	81

7.1.2 Población.....	82
7.1.3 Población área urbana.	83
7.1.4 Población área rural.	83
7.2 Clasificación del suelo	86
7.2.1 Suelos urbanos.	86
7.2.2 Suelo urbano cabecera municipal de Los Santos.	87
7.2.3 Suelo de expansión cabecera municipal.	87
7.2.4 Suelo rural.	88
7.2.5 Suelos suburbanos.....	89
7.3 Ordenamiento territorial municipal.....	92
7.4 Análisis del componente ambiental en el municipio	95
7.5 Condiciones ambientales actuales de la región.....	96
7.5.1 Asociadas al desarrollo económico.....	96
7.5.2 Asociados al Cambio Climático.....	97
7.5.3 Actividades económicas que pueden verse afectados por eventos de origen climático actuales o futuros.	99
7.5.4 Asociados con la cultura ambiental ciudadana..	102
7.5.5 Uso sostenible de la biodiversidad y sus servicios en la región.	103
7.5.6 Mitigación de gases efecto invernadero (GEI).	104
7.5.7 Modelos energéticos más sostenibles y respetuosos con el medio ambiente.	105
7.6 Escenario de los recursos suelo y aire en el municipio	105
7.7 Integración de determinantes del ordenamiento, condiciones de sostenibilidad y características del municipio	107

7.8 Caracterización de los sectores productivos asociados a generación de olores ofensivos ...	111
7.8.1 Contexto económico de la región.	111
7.8.2 Turismo.	116
7.8.3 Problemática actual del sector turístico.	117
7.9 Vocación del suelo	119
7.9.1 Sector Agrícola.	120
7.9.2 Sector Pecuario.	120
7.9.3 Actividades rurales no agrícolas.	122
7.9.4 Problemática actual de los sectores Agrícolas y no agrícolas.....	122
7.9.5 Medio ambiente – Actividad agropecuaria.	124
8. Relación de las condiciones actuales y los Objetivos de Desarrollo Sostenible	124
9. Análisis de la relación entre los compuestos generadores de olores ofensivos con las variables meteorológicas, climáticas, topográficas y bióticas de la Sector Mesa de Los Santos.....	128
9.1 Emisiones de Metano (CH ₄).....	136
9.2 Emisión de óxido nitroso (N ₂ O)	136
9.3 Comportamiento del sector avícola en la Vereda La Mesa	137
10. Análisis del comportamiento de los compuestos generadores de olores ofensivos y la meteorología del lugar	139
11. Metas e indicadores que garanticen la sostenibilidad ambiental en la Sector Mesa de Los Santos.....	154
11.1 Indicador de inversión en tecnologías limpias	161
11.2 Indicador de cumplimiento de lineamientos de ordenamiento del territorio	163
11.3 Indicador de manejo adecuado de residuos.....	165

11.4 Indicador de calidad de aire	167
12. Conclusiones	169
13. Recomendaciones.....	171
Referencias bibliográficas.....	174

Lista de tablas**Pág.**

Tabla 1. <i>Actividades generadoras olores ofensivos y sustancias químicas asociadas a éstos</i>	32
Tabla 2. <i>Aspectos ambientales de las sustancias generadoras de olores ofensivos</i>	33
Tabla 3. <i>Sustento legal asociado al proyecto</i>	73
Tabla 4. <i>Veredas del Municipio Los Santos.</i>	85
Tabla 5. <i>Clasificación del suelo Municipio de Los Santos</i>	86
Tabla 6. <i>Categorías del suelo rural. Los Santos</i>	88
Tabla 7. <i>Suelos para la conservación y protección de los recursos naturales</i>	91
Tabla 8. <i>Relación Determinantes del ordenamiento y condiciones de sostenibilidad</i>	107
Tabla 9. <i>Caracterización granjas avícolas zona La Mesa.</i>	137
Tabla 10. <i>Metas e indicadores.</i>	155
Tabla 11. <i>Metas e indicadores propuestos para la identificación de estrategias en manejo de residuos.</i>	158

Lista de figuras

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Prisma de Henning.....	28
<i>Figura 2.</i> Emisiones de Sustancias de operaciones de alimentación animal	29
<i>Figura 3.</i> Mecanismo de recepción del olor.	30
<i>Figura 4.</i> Enfoques de la investigación.	76
<i>Figura 5.</i> Escenarios territoriales.....	84
<i>Figura 6.</i> Mapa básico rural.....	85
<i>Figura 7.</i> Ejes estratégicos.....	95
<i>Figura 8.</i> Diagrama síntesis de problemática del agua a nivel local.	98
<i>Figura 9.</i> Inversión sector ambiente.	104
<i>Figura 10.</i> Modelos PRE-ES Problemática dinámica económica Municipio de Los Santos.	116
<i>Figura 11.</i> Árbol de problemas.....	129
<i>Figura 12.</i> Composición de los excrementos de animales.	133
<i>Figura 13.</i> Principales emisiones generadas en procesos.	133
<i>Figura 14.</i> Factores que influyen en los niveles de emisión de amoniaco a la atmósfera tras la adición de excremento.	134
<i>Figura 15.</i> Perfil horario de temperatura estación Granja CAPRI. 2015.	140
<i>Figura 16.</i> Perfil horario de temperatura y precipitación estación Granja CAPRI. 2015.	140
<i>Figura 17.</i> Perfil horario de velocidad del viento estación Granja CAPRI. 2015.....	141
<i>Figura 18.</i> Perfil horario de velocidad del viento estación Granja CAPRI. 2015.....	141
<i>Figura 19.</i> Rosa de vientos estación Granja CAPRI. 2015.	142

<i>Figura 20.</i> Registro meteorología. 2019.	143
<i>Figura 21.</i> Rosa de vientos 2019.	144
<i>Figura 22.</i> Ubicación Estación meteorología.	145
<i>Figura 23.</i> Ubicación Vereda La Fuente	146
<i>Figura 24.</i> Ubicación Vereda La Cañada	147
<i>Figura 25.</i> Ubicación Vereda El Verde (el duende).....	147
<i>Figura 26.</i> Superposición de Rosa de vientos en mapa de la zona.....	148
<i>Figura 27.</i> Requerimientos sector avícola.	151
<i>Figura 28.</i> Requerimientos sector avícola.	152
<i>Figura 29.</i> Modelo PER.	159
<i>Figura 30.</i> Estudio el modelo PER.....	160
<i>Figura 31.</i> Inversión tecnologías limpias	161
<i>Figura 32.</i> Lineamientos de ordenamiento del territorio.....	163
<i>Figura 33.</i> Manejo residuos.....	165
<i>Figura 34.</i> Calidad de aire	167

Glosario

Azufre Total Reducido (TRS): compuestos Organosulfurados integrados principalmente por Sulfuro de Hidrógeno, Metil Mercaptano, Dimetil Mercaptano, Dimetil Sulfuro y Dimetil Disulfuro. Se caracterizan por su desagradable olor aun en bajas concentraciones.

Buenas prácticas: métodos o técnicas que han demostrado consistentemente resultados superiores a los obtenidos con otros medios y que se utilizan como punto de referencia.

Concentración de olor: el número de Unidades de Olor Europeas en un metro cúbico de gas en condiciones normales.

Concentración de una sustancia en el aire: es la relación que existe entre el peso o el volumen de una sustancia y la unidad de volumen de aire en la cual está contenida.

Contaminación atmosférica: es el fenómeno de acumulación o de concentración de contaminantes en el aire.

Contaminantes: fenómenos físicos o sustancias, o elementos en estado sólido, líquido o gaseoso, causantes de efectos adversos en el medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana que, solos o en combinación, o como productos de reacción, se emiten al aire como resultado de actividades humanas, de causas naturales o de una combinación de estas.

Emisión: es la descarga de una sustancia o elemento al aire, en estado sólido, líquido o gaseoso, o en alguna combinación de estos, provenientes de una fuente fija o móvil.

Emisión fugitiva: es la emisión ocasional de material contaminante.

Fuente de emisión: es toda actividad, proceso u operación, realizado por los seres humanos, o con su intervención, susceptible de emitir contaminantes al aire.

Fuente fija: es la fuente de emisión situada en un lugar determinado e inamovible, aun cuando la descarga de contaminantes se produzca en forma dispersa.

Fuente fija dispersa o difusa: (1) es aquella en que los focos de emisión de una fuente fija se dispersan en un área, por razón del desplazamiento de la acción causante de la emisión, como en el caso de las quemas abiertas controladas en zonas rurales.(2) Fuente con dimensiones definidas (fuente del área, fuente del volumen) que no tiene un flujo de aire residual definido, tales como vertederos de residuos, lagunas, campos después de extender estiércol, pilas de compost sin aireación, edificaciones.

Fuente fija puntual: es la fuente fija que emite contaminantes al aire por ductos o chimeneas.

Gestión de residuos sólidos orgánicos: proceso que comprende el manejo y aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos.

Inmisión: transferencia de contaminantes de la atmósfera a un “receptor”. Se entiende por inmisión a la acción opuesta a la emisión. Aire inmiscible es el aire respirable a nivel de la troposfera.

Límite de inmisión: a efectos de la Resolución 1541 de 2013, corresponde al valor de inmisión que se deberá alcanzar en las zonas residenciales del área de afectación, como consecuencia de la emisión generada por la actividad generadora de olores ofensivos.

Masa de olor de referencia europea (more): el valor de referencia aceptado para la unidad de olor europea, igual a una masa definida de un material de referencia certificado. Un more es equivalente a 123 μg de n-butanol (CAS-Nr 71-36-3) evaporado en un (1) metro cúbico de gas neutro que da lugar a una concentración de 0,040 $\mu\text{mol/mol}$.

Mejores técnicas disponibles: la fase más eficaz y avanzada de desarrollo de las actividades y de sus modalidades de explotación, que demuestren la capacidad práctica de determinadas técnicas para lograr la reducción y mitigación de emisión de olores ofensivos.

Método de referencia: es el procedimiento de medición y análisis probado exhaustivamente, que debe utilizarse para determinar la concentración de una sustancia contaminante debe realizarse bajo estrictos parámetros técnicos.

Olor: propiedad organoléptica perceptible por el órgano olfativo cuando inspira determinadas sustancias volátiles.

Olor ofensivo: olor generado por sustancias o actividades industriales, comerciales o de servicio, que produce fastidio, aunque no cause daño a la salud humana.

PRIO: Plan para la Reducción de Impacto por Olores Ofensivos.

Resumen

Los olores ofensivos se encuentran definidos como una de las manifestaciones de la contaminación atmosférica que genera mayor discusión, debido a la susceptibilidad de la población a la percepción de aromas producto de ciertos procesos productivos o actividades antrópicas, convirtiéndose en una problemática de difícil manejo, específicamente en áreas o territorios en donde confluyen variables ambientales y topográficas, y que adicionalmente mantienen una importancia económica y turística para la región. Es el caso de la Sector Mesa de Los Santos, región que ha venido presentando un importante incremento en la ocupación del territorio, generando cambios en el uso del suelo, resultado de proyectos productivos como el del sector avícola y proyectos turísticos de parcelaciones que evidencia claramente esta problemática.

Para este estudio, se realizó la revisión de la normatividad vigente según lo establecido en la Resolución 1541 de 2013, y la NTC 012-1 “Efectos y evaluación de los olores”. Así mismo, se requirió un reconocimiento de las características meteorológicas, topográficas y ambientales que influyen directamente en la composición y movimiento de la corriente de aire que se transporta en el sector. Con respecto a la actividad productiva del área, fue necesario establecer las actividades económicas que pudiesen generar alteración en la calidad del aire, específicamente en la percepción de olores ofensivos.

El proyecto enlazó las variables y la normatividad con el impacto directo a la sostenibilidad ambiental del Sector Mesa de Los Santos, a través de investigación de tipo descriptivo. El proyecto se desarrolló correlacionando la información de variables Meteorológicas, topográficas y de condiciones económicas del sector de estudio para interpretar el comportamiento de los gases generadores de olores ofensivos y su importancia en el manejo para reducir el impacto producido. El documento plantea metas e indicadores que relacionados con los residuos generados por la empresa avícola, como principal generadora de compuestos odoríferos permiten establecer las variables específicas de seguimiento que debe adoptar el municipio de Los Santos para direccionar algunas de sus políticas hacia la reducción de olores ofensivos percibidos en algunas zonas de éste.

Palabras Clave: Olores ofensivos, sostenibilidad ambiental, mitigación, productividad avícola

Abstract

Offensive smells are defined as one of the manifestations of air pollution that generates more discussion, due to the susceptibility of the population to the perception of aromas resulting from certain production processes or anthropic activities, becoming a problem of difficult management, specifically in areas or territories where environmental and topographic variables converge, and which additionally maintain economic and tourist importance for the region. This is the case of the Sector Mesa de Los Santos, a region that has been presenting a significant increase in the occupation of the territory, generating changes in land use, the result of productive projects such as the poultry sector and tourism projects of subdivisions that clearly shows this problematic.

For this study, the current regulations were reviewed as established in Resolution 1541 of 2013, and NTC 012-1 "Effects and evaluation of odors". Likewise, a recognition of the meteorological, topographic and environmental characteristics that directly influence the composition and movement of the air current that is transported in the sector will be required. Regarding the productive activity of the area, it is necessary to establish the economic activities that could generate alteration in air quality, specifically in the perception of offensive odors

The project linked the variables and the regulations with the direct impact to the environmental sustainability of the Sector Mesa de Los Santos sector, through descriptive research. The project was developed by correlating the information on meteorological, topographic and economic conditions variables of the study sector to interpret the behavior of offensive odor generating gases and their importance in handling to reduce the impact produced. The document proposes goals and indicators that, related to the waste generated by the poultry company, as the main generator of odorous compounds, allow establishing the specific monitoring variables that the municipality of Los Santos should adopt to direct some of its policies towards reducing offensive odors. perceived in some areas of it.

Key Words: Offensive odors, environmental sustainability, mitigation, poultry productivity

Introducción

Los Santos, municipio localizado a 62 kilómetros de la ciudad de Bucaramanga, pertenece a la Provincia de Soto y se halla ubicado al Oriente del Departamento de Santander; se encuentra conformado por 15 Veredas según configuración generada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC (Los Santos, 2003a), las cuales la comunidad delimitó debido a sus características y homogeneidad subdividiéndolas en 28 veredas. Se destacan, el sector primario (agrícola, pecuario y minero), secundario (agroindustrias) y terciario (Turismo, comercial y servicios financieros), en donde su economía y sus proyecciones de acuerdo a las posibilidades y debilidades que presenta dentro del contexto regional y Nacional, le permiten ser visualizado. En el municipio de Los Santos se encuentran condiciones topográficas, climáticas y geomorfológicas que permiten establecer un importante número de actividades económicas, ofreciendo condiciones para su crecimiento demográfico. Todo el desarrollo turístico, comercial y territorial de la Sector Mesa de Los Santos ha generado condiciones ambientales, sociales, culturales y de usos del suelo que modifican el entorno actual del municipio.

Las principales actividades económicas que se desarrollan en el municipio hacen parte del sector primario, las cuales jalonan el desarrollo de Los Santos, ellas son: las actividades agrícolas dentro de las cuales se destacan los cultivos de tabaco, tomate, pimentón, frijol, patilla entre los más importantes, el sector avícola renglón de importancia a nivel departamental y nacional, y el sector minero que es catalogado como una de las principales fuentes de ingresos del municipio por sus volúmenes de producción y la riqueza en minerales como yeso, caliza, barita y caolín, que el municipio posee. Dentro del sector terciario de la economía se destaca el sector turístico

representado en las parcelaciones de tipo recreativo que se desarrollan en la llamada Sector Mesa de Los Santos, en donde sus condiciones de clima, tranquilidad y paisaje, han permitido desarrollar un modelo de crecimiento para los habitantes del Área Metropolitana de Bucaramanga, que encuentran en esta zona un lugar para el descanso y la recreación.

Ambientalmente, la industria avícola encuentra como una de las consideraciones importantes para la operación de unidades productivas, la compatibilidad del uso del suelo con la actividad, ya que, si bien es cierto que los productores avícolas cumplen con las exigencias normativas al respecto, también lo es, que cada día son más frecuentes los conflictos con las comunidades por cuenta de los olores inherentes a la actividad, en la mayoría de los casos, por la cercanía a asentamientos humanos, la expansión de los territorios urbanos y de un sin número de actividades, todas ellas como consecuencia del cambio de la vocación de los suelos destinados a la producción agropecuaria.

Es necesario encontrar y evidenciar que la sostenibilidad ambiental debe ir de la mano de las proyecciones de crecimiento económico de los sectores agropecuarios, turísticos y comerciales en el municipio, y que, además la población debe hallar un equilibrio que le genere tranquilidad y le brinde las mejores condiciones de calidad de vida.

El proyecto pretende demostrar que aun cuando el municipio y la micro-región Sector Mesa de Los Santos se encuentra en crecimiento, es tiempo de propiciar el espacio y el equilibrio entre la calidad del medio ambiente y la particularidad de ésta, haciendo énfasis en las características propias de los sectores productivos y la generación de residuos potencialmente conflictivos para la población, que producen olores ofensivos para el área de influencia. La relevancia de este estudio radica en las correlacionalidad que se realizara de las variables específicas del Sector Mesa de Los Santos (meteorología, topografía, comportamiento teórico de los gases generadores de

lores ofensivos de las diferentes actividades productivas del sector susceptibles a la producción de los mismos) y las estrategias que desde la sostenibilidad ambiental representan la mitigación de la problemática de olores ofensivos, para establecer una línea estratégica en el manejo de la misma.

Teniendo en cuenta la subdivisión territorial del municipio, existe predominancia de actividades económicas en una de las veredas definida como La Mesa (micro-región No. 1): corresponde a los sectores en donde se encuentran ubicados en mayor porcentaje granjas avícolas, dedicadas a la cría y engorde de aves principalmente, así mismo, se evidencia el mayor crecimiento territorial del municipio, representado en parcelaciones con fines recreativos y asentamientos humanos debidamente legalizados, igualmente, la proyección del desarrollo comercial del sector, debido a la importancia turística de la región, y a la cercanía con la capital del Departamento.

En Santander, de acuerdo con la estimación del Producto Interno Bruto (PIB) sectorial para el año 2014, a nivel nacional, la producción avícola es liderada por el departamento de Santander, seguido por Cundinamarca, Valle del Cauca y Antioquia. En nuestro departamento el municipio de mayor participación en el PIB nacional es el municipio de Los Santos. Teniendo en cuenta la importancia del Municipio de Los Santos en el sector Avícola del país, evidenciado en el aumento de la capacidad instalada en los galpones allí ubicados, ha generado la necesidad tanto a nivel del sector como de las instituciones territoriales del municipio y de la autoridad ambiental, de centrar atención en el manejo adecuado de los residuos producidos por el proceso de cría de aves. Partiendo de estadísticas de la industria avícola (Lon-Wo, (n.d.)) no es la mayor contaminante por aporte de desechos orgánicos, no debe ser ésta una causa para dejar a un lado la problemática que genera, teniendo en cuenta que los residuos generados son producto de excreciones orgánicas en altas cantidades.

La explotación avícola a cualquier escala puede causar afectación a los recursos naturales (agua, aire y suelo), sin embargo la magnitud del impacto dependerá del tamaño del proyecto, el manejo que se realice en el proceso de explotación avícola y las estrategias que se implementen para prevenir, si es posible, o mitigar la contaminación en éstos recursos; adicionalmente, la ubicación de la granja se convierte en una variable susceptible de verificación pues todos los ecosistemas presentan vulnerabilidad diferente al verse afectados por los procesos propios en las granjas (Almada, 2019). La problemática se evidencia principalmente porque las explotaciones avícolas generalmente se concentran en una zona específica, lo que genera que la producción de residuos tanto de las camas de las aves como del estiércol se focalizan en un sector que se convierte en la fuente de emisión de olores molestos para la comunidad. (Almada, 2019)

Es importante que cada zona mantenga concordancia y congruencia entre la planificación de las estrategias de ordenamiento establecidas para permitir el desarrollo económico de las regiones, con las establecidas para permitir la expansión poblacional en sus territorios, y así, evitar que existan obstáculos que frenen el desarrollo e impidan establecer la relación hombre – entorno dentro del marco de calidad de vida y ambiente sano, y es esto lo que podría considerarse uno de los problemas más evidentes en el Sector Mesa de Los Santos, más aún cuando se presenta cercanía a centros poblacionales.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Evaluar las estrategias de sostenibilidad ambiental para el Sector Mesa de Los Santos, que permitan controlar y mitigar el impacto generado por olores ofensivos.

1.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar las condiciones de sostenibilidad de la zona de estudio, a partir de los determinantes del ordenamiento territorial.
- Definir el/los sectores productivos y sus características, que por la generación de olores inherentes a su actividad ocasionan molestias, o producen conflictos dentro de la población del sector.
- Establecer la relación del comportamiento de los compuestos generadores de olores ofensivos con las variables meteorológicas, climáticas, topográficas y bióticas de la micro-región objeto de estudio.
- Diseñar indicadores de sostenibilidad ambiental que evidencien el comportamiento de las variables ambientales enlazadas a la generación de olores ofensivos en la micro-región objeto de análisis.

2. Marco Referencial

2.1 Marco Teórico

2.1.1 El ordenamiento territorial y el desarrollo sostenible. Los procesos de ordenamiento del territorio son inherentes al desarrollo sostenible de una región, una vez que permiten establecer procesos integradores equilibrados entre el desarrollo económico, y poblacional y los ecosistemas de las regiones, sus servicios y características medioambientales.

Es extremadamente difícil establecer proyectos de expansión territorial sostenibles, sin un marco normativo que regule y articule el orden de los modelos de crecimiento territorial planificados para cada región, por lo que el desarrollo sostenible no puede encontrarse desarticulado de principios y valores que den prioridad a la participación de la población, específicamente vista desde el análisis y toma de decisiones, la coherencia e importancia del uso adecuado del suelo para la urbanización y el ordenamiento ambiental del territorio para todos los recursos y ecosistemas. (Ministerio de Salud y protección social, OPS, 2012)

Dentro del concepto de ordenamiento territorial es importante establecer que su objetivo como disciplina científica radica en establecer un desarrollo equilibrado de las regiones y la organización física del espacio, por lo que representa a reconocerlo también como la estrategia para la proyección en el espacio de las políticas social, ambiental, cultural y económica de una zona, dándole importancia como herramienta política y normativa para definir el uso del suelo y el desarrollo de cada espacio respetando las condiciones que proyectan su desarrollo (Peña, 2010).

Para el caso del desarrollo sostenible, en nuestro país a partir de la constitución de 1991, se asume como un compromiso que obliga a constituir nuevas políticas y acciones encaminadas a cambiar el modelo de desarrollo preparándolo a fortalecer las condiciones de inter-relación comunidad-desarrollo sin ocasionar deterioro del entorno ambiental del planeta.

La Constitución de 1991, al considerar el ordenamiento territorial como política de Estado e instrumento de Planificación, estableció los elementos constitutivos del proceso: el reconocimiento y protección de la diversidad étnica y cultural, el manejo y aprovechamiento racional y óptimo de los recursos naturales, la puesta en marcha de formas de participación democráticas y la intervención decidida del Estado en la racionalización de la economía con fines de desarrollo armónico y equitativo, de tal forma que se garanticen oportunidades, bienes y servicios y orientaciones de política económica, social y ambiental, que aseguren el adecuado desempeño de las entidades territoriales. (Ministerio de Salud y protección social, OPS, 2012)

El ordenamiento territorial enfocado específicamente en un contexto de territorio, logrará planear o no como objetivo un desarrollo sostenible que se materialice en un modelo de desarrollo posible, apostando a generar acciones y el aprovechamiento del medio físico en aras de lograr equilibrio en el tiempo de las condiciones de progreso económico que le ofrezcan a la sociedad mejorar en aspectos como calidad de vida, ambiente sano, empleo, productividad, generación de riqueza, y estar mejor equipada infraestructuralmente, entre otros beneficios.

El ordenamiento territorial es un instrumento de planificación y de gestión de las entidades territoriales y un proceso de construcción colectiva de país, que se da de manera progresiva, gradual y flexible, con responsabilidad fiscal, tendiente a lograr una adecuada organización político administrativa del Estado en el territorio, para facilitar el desarrollo institucional, el fortalecimiento de la identidad cultura y el desarrollo territorial, entendido este como desarrollo

económicamente competitivo, socialmente justo, ambientalmente y fiscalmente sostenible, regionalmente armónico, culturalmente pertinente, atendiendo a la diversidad cultural y físico-geográfica de Colombia. La finalidad del ordenamiento territorial es promover el aumento de la capacidad de descentralización, planeación, gestión y administración de sus propios intereses para las entidades e instancias de integración territorial, fomentará el traslado de competencias y poder de decisión de los órganos centrales o descentralizados de gobierno en el orden nacional hacia el nivel territorial pertinente, con la correspondiente asignación de recursos. El ordenamiento territorial propiciará las condiciones para concertar políticas públicas entre la Nación y las entidades territoriales, con reconocimiento de la diversidad geográfica, histórica, económica, ambiental, étnica y cultural e identidad regional y nacional. (Corpoamazonía, 2014).

El Proceso de Planificación Ambiental Regional es un proceso dinámico e integrador, en el que participan las máximas autoridades civiles departamentales y locales a través de los planes ambientales de las entidades territoriales, sujetos a las reglas de armonización de la Planificación en la Gestión Ambiental establecidas por el artículo 3º del Decreto 1865 de 1994. El artículo 1 del Decreto 1200 de 2004, define la planificación ambiental regional, en los siguientes términos: “Es un proceso dinámico de planificación del desarrollo sostenible que permite a una región orientar de manera coordinada el manejo, administración y aprovechamiento de sus recursos naturales renovables, para contribuir desde lo ambiental a la consolidación de alternativas de desarrollo sostenible en el corto, mediano y largo plazo, acordes con las características y dinámicas biofísicas, económicas, sociales y culturales. La planificación ambiental regional incorpora la dimensión ambiental de los procesos de ordenamiento y desarrollo territorial de la región donde se realice”.

El “Ordenamiento Ambiental del Territorio”, se define en la Ley 99 de 1993 artículo 7: “Se entiende por Ordenamiento Ambiental del Territorio para los efectos previstos en la presente ley,

la función atribuida al Estado de regular y orientar el proceso de diseño y planificación de uso del territorio y de los recursos naturales renovables de la Nación a fin de garantizar su adecuada explotación y su desarrollo sostenible”, sin embargo, a pesar de encontrarse legalmente establecido, el ejercicio para establecer el uso y vocación del suelo se centra en la capacidad técnica, ecológica y socioeconómica del mismo, carece de un engranaje directo con parámetros ambientales, climatológicos, biológicos de las coberturas de suelo evaluadas, lo que genera que no exista garantía de información precisa que permita tomar decisiones detalladas en zonas o áreas que estratégicas para el ordenamiento ambiental del territorio. (Ardila & Edwin, 2016)

El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, a través de la Unidad de Planificación Rural (UPRA), es quien precisa los criterios de zonificación del suelo, a partir de los cuales se determinan los usos y la adecuación de las tierras para actividades agropecuarias, procurando una mejor prestación de los servicios públicos como base estructural necesaria para impulsar y fortalecer los sectores representativos de la economía nacional, que tiene en el campo su primer donador de bienes, de alimentos y de materias primas. El cultivo de la tierra, el ámbito pecuario, el recurso forestal, la crianza de especies acuáticas (vegetales y animales) y la pesca convencional, conforman las labores que engloban la vida productiva de los territorios rurales; siendo la agricultura, seguida de la ganadería, las actividades predominantes. En armonía con la exigencia global, manifiesta en la preocupación por el medio ambiente y su degradación, tales labores, integral y transversalmente, concentran los grandes focos de atención, precisamente por estar en relación directa con los ecosistemas y el posible impacto que su desenvolvimiento acarrea.

2.2 Acercamiento inicial a la generación de olores ofensivos

La generación de olores ofensivos, se convierte en una problemática adyacente a ciertos procesos o actividades productivas, que por su naturaleza generan compuestos químicos, los cuales al entrar en contacto con la atmósfera y sus condiciones meteorológicas, climáticas y su capa límite para la mezcla de éstos con sus componentes, así como las condiciones topográficas y geomorfológicas de las regiones, reaccionan generando gases que por su composición se perciben con aromas que causan molestia a la población del área de influencia de dichos procesos.

El problema que más a menudo se presenta con respecto a los olores ofensivos, son las quejas de quienes viven cerca a las instalaciones de cría o alimentación de especies animales, debido a efectos de salud reales o percibidos por la comunidad. Es importante tener en cuenta que las sustancias que se emiten y generan degradación ambiental son variadas, produciendo impactos negativos al aire, eutrofización de cuerpos de agua (causada por amoníaco y óxido nítrico) o el fenómeno de cambio climático (inducido por los gases de efecto invernadero metano y óxido nítrico). (Council, 2003)

En cuanto a las clasificaciones empíricas del olor, en 1752 Linneo estableció la existencia de 7 tipos de olores: fragante, aromático, ambrosiaco, aliáceo, caprílico, fétido y nauseabundo, posteriormente, en 1895 Zwaardemaker adicionó a esta clasificación dos olores más: etéreo y quemado. Y finalmente en 1916 Henning Propuso un diagrama espacial en forma de prisma, ubicando los 6 olores considerados (Quiroga Martinez, 2001) básicos Este último plantea que los olores simples debían localizarse en la superficie del prisma; de esta forma un olor simple no puede tener en parte olor a quemado, olor a especias y olor a frutas debido a que esta combinación de olores se localizaría dentro del prisma por tratarse de un olor complejo. (Mi, n.d.):

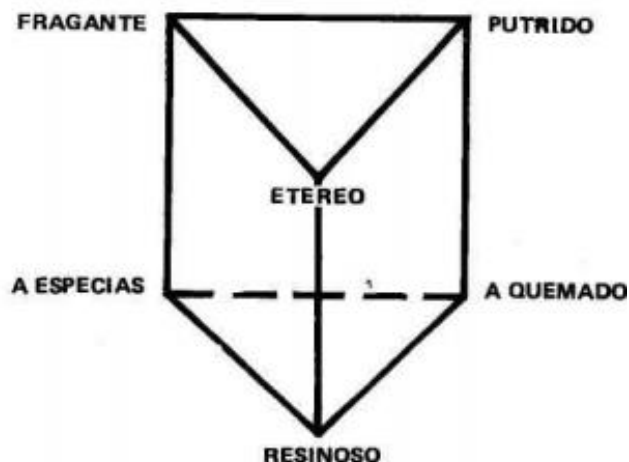


Figura 1. Prisma de Henning

La norma UNE-EN 13725: 2004 para la “Determinación de la concentración de olor por olfatometría dinámica”, define el olor como “la propiedad organoléptica perceptible por el órgano olfativo cuando inspira sustancias volátiles”. La contaminación debida al olor, que es una de las diferentes maneras de contaminación del aire, es un problema complejo. Debido a su naturaleza "difusa", los olores han sido clasificados como contaminantes "sin criterio" por la EPA. (Calidad., 2007). Una sustancia de olor ofensivo es aquella que, por sus propiedades organolépticas, composición y tiempo de exposición, puede causar efectos desagradables y generar una respuesta (Blanes-Vidal V, 2011).

El documento Emisiones al aire de las operaciones de alimentación animal: conocimiento actual, necesidades futuras del Consejo Nacional de Investigación de las Academias Nacionales, 2002, menciona que la Agencia de Protección Ambiental – EPA y la y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos - USDA han solicitado al comité que aborde los problemas relacionados con las sustancias que se muestran en la ilustración 1, las cuales se asocian a la producción de granos y la eliminación del estiércol, y en general aquellas que tienen un

significativo efecto Ambiental. Estas sustancias varían en su clasificación como contaminantes atmosféricos, además de su severidad y escala de sus efectos (Council, 2003)

Species	Criteria Pollutant ^a	Hazardous Air Pollutant (HAP) ^a	Greenhouse Gas	Regulated Air Pollutant
NH ₃	—	—	—	X ^b
N ₂ O	—	—	X ^c	—
NO _x	—	—	X	X
CH ₄	—	—	X	—
VOCs ^d	Precursor for ozone	X	X	X
H ₂ S	—	—	—	X ^e
PM ^f (TSP)	—	—	—	X
PM10	X	—	—	—
PM2.5	X	—	—	—
Odor	—	—	—	X ^g

^aSee Appendix B for definitions

^bAmmonia is not a criteria pollutant but is regulated as a precursor for secondary PM2.5, which is a criteria pollutant. Hence it may be considered a regulated air pollutant.

^cNitrous oxide is not a precursor for the formation of tropospheric ozone, but it is a greenhouse gas. It is not considered to be part of NO_x (criteria pollutants NO and NO₂), which do contribute to ozone formation.

^dVolatile organic compounds (VOCs), sometimes referred to as reactive organic gases (ROGs), contribute to the formation of ozone, which is a criteria pollutant.

^eHydrogen sulfide is not listed as a criteria pollutant or HAP. However, it is a regulated pollutant because it is listed as having a New Source Performance Standard (NSPS). It is likely to be added to the HAP list in the near future.

^fParticulate matter. Prior to 1987, PM was a criteria pollutant and regulated as total suspended particulate (TSP). Currently, the PM fractions listed as criteria pollutants are PM10 and PM2.5. However, TSP emissions are regulated in some states.

^gOdor is a regulated pollutant in some states. State air pollution regulatory agencies regulate odor based upon a nuisance standard.

Figura 2. Emisiones de Sustancias de operaciones de alimentación animal

El olfato humano percibe como olores ofensivos a algunas sustancias volátiles que se propagan por el aire y que generan una reacción de desagrado. Si bien la sensibilidad y la reacción frente a la presencia de una u otra sustancia varían entre individuos, existe un consenso sobre las sustancias y las concentraciones a las cuales estas generan una reacción negativa en quien las percibe. Dicho consenso está reflejado en las normas que especifican las sustancias y los límites de concentración en el aire. Para que un olor ofensivo determinado sea percibido por el olfato del receptor se requiere de una fuente, un medio —el aire— y de un mecanismo de transporte hasta el punto donde está ubicado el receptor —ya sea por difusión o dispersión. (Fenavi, 2013)



Figura 3. Mecanismo de recepción del olor. Adaptado de Manual de buenas prácticas disponibles para la mitigación de olores en la industria avícola. FENAVI.

2.3 Principales Actividades Generadoras de Olores Ofensivos

Según la Resolución 2254 de 2017, del Ministerio de Ambiente y Vivienda y Desarrollo Territorial se enuncian las actividades industriales que deben ser objeto de vigilancia, por ser las principales generadoras de olores ofensivos, específicamente las asociados al sulfuro de hidrógeno, ellas son: explotación de pozos de petróleo y gas natural, producción, transformación y conservación de carne y de derivados cárnicos, transformación y conservación de pescado y de derivados del pescado, elaboración de aceites y grasa de origen vegetal y animal, elaboración de productos lácteos, elaboración de productos de café, elaboración de otros productos alimenticios, curtido y acabado del cuero, fabricación de pastas celulósicas; papel y cartón, fabricación de asfalto y sus mezclas para pavimentación, techado y construcción, fabricación de combustibles aglomerados de carbón o lignito, fabricación de ácido sulfúrico, fosfórico, conexas a las fábricas de abonos y fabricación de abonos y compuestos orgánicos nitrogenados (Sostenible, Ministerio de Vivienda y desarrollo, 2010). Con respecto al origen de los olores, en los diversos procesos, se podrían clasificar en dos tipos:

2.3.1 Fuentes puntuales. Las chimeneas, conductos, salidas de ventilación.

2.3.2 Fuentes difusas. Generalmente son superficies solidas o liquidas, tales como pozos de secado de lodos, plantas de compostaje, vertederos, piscinas, biofiltros, etc. (León C, 2007).

Las sustancias químicas que generan una respuesta olfatoria generalmente tienen bajas presiones de vapor. Podría decirse que los malos olores generalmente tienen compuestos volátiles de sulfuro (azufre) así como también compuestos aromáticos orgánicos como ácidos grasos. Bastan pequeñas cantidades (bajas o muy bajas concentraciones) para que sean percibidas por la nariz. El Artículo 3 de la Resolución 610 de 2010 expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (que modificó parcialmente la Resolución 601 de 2006) define los niveles máximos permisibles para las principales sustancias generadoras de olores ofensivos: acetaldehído, ácido butírico, amoníaco, clorofenol, dicloruro de azufre, etil mercaptano, etil acrilato, estireno, monometilamina, metil mercaptano, nitrobenceno, propil mercaptano, butil mercaptano, sulfuro de dimetilo y sulfuro de hidrógeno. (Ministerio de Salud y proteccion social, OPS, 2012).

La tabla 1, presenta un resumen de las actividades generadoras de olores ofensivos y de las sustancias asociadas a cada una de ellas (Ministerio de Salud y proteccion social, OPS, 2012):

Tabla 1. Actividades generadoras olores ofensivos y sustancias químicas asociadas a éstos

Actividad	Sustancia química										
	Ácido Sulfhídrico	Sulfuro de dimetilo	Dicloruro de azufre	Mercaptanos	Amoníaco	Metilamina	Acetaldehído	Ácido Butírico	Etilacrilato	Clorofeol	Estireno Trimetilamina
Plantas De Tratamiento De Agua Residual.	X	X	X	X	X	X					X X X
Rellenos Sanitarios Y Sitios De Disposición De Residuos.	X	X	X	X	X	X					X X X
Cría Y Sacrificio De Animales.	X	X	X	X	X	X					X X X
Industrias De Procesamiento De Cueros (Curtiembres).	X	X	X		X	X					X X X
Industrias De Subproductos De Origen Animal Y Vegetal.	X	X	X	X	X	X	X X				X X X
Industria Petroquímica Y De Explotación De Gas Natural.	X	X	X	X							
Elaboración De Aceites Y Grasas De Origen Animal Y Vegetal Y Sus Derivados.	X	X	X	X	X	X	X				X X X
Fabricación De Resinas Sintéticas Y Adhesivos.									X		
Fabricación De Antisépticos Y Plaguicidas.										X	
Fabricación De Plásticos Y Cauchos.	X	X	X								X
Fabricación De Abonos Y Compuestos Orgánicos Nitrogenados.					X	X					X X X

Nota. (Ministerio de Salud y protección social, OPS, 2012) .

Una vez establecida la fuente de emisión de los olores ofensivos se requiere definir los aspectos ambientales propios de este fenómeno, los cuales relacionen el impacto generado por la liberación en forma gaseosa o líquida a los recursos (agua, aire y suelo) o al sistema biótico, como se muestra en la tabla 2. (Ministerio de Salud y protección social, OPS, 2012):

Tabla 2. Aspectos ambientales de las sustancias generadoras de olores ofensivos

Grupo	Nombre de la sustancia	Aspectos ambientales
Líquidos y Gases Inorgánicos y Compuestos de Azufre Reducidos	Ácido sulfhídrico	Una vez liberado al ambiente, el ácido sulfhídrico en la atmósfera se comporta como cualquier otro contaminante y es dispersado y eventualmente removido. Los tiempos de residencia en la atmósfera están por encima de 40 días, dependiendo del clima, latitud y condiciones atmosféricas.
	Sulfuro de Dimetilo	El sulfuro de dimetilo liberado al ambiente de fuentes de contaminación tales como aguas residuales, rellenos sanitarios, etc. se metaboliza a dióxido de carbono y metano en aproximadamente 8 horas; por ser un compuesto inestable es poco factible su acumulación en el aire, agua o suelo.
	Dicloruro de azufre.	El dicloruro de azufre es muy tóxico para los organismos acuáticos. Se debe evitar que esta sustancia se incorpore al ambiente.
	Metil Mercaptano	El metil mercaptano es liberado al aire tanto de fuentes naturales como industriales. La luz solar puede degradarlo a otras sustancias. La mayoría del metil mercaptano liberado al ambiente pasa al aire. El metil mercaptano puede formarse en el agua por reacciones químicas. Se ha encontrado metil mercaptano en por lo menos 2 de los 1.300 sitios de la Lista de Prioridades Nacionales identificados por la Agencia de Protección Ambiental (EPA).

Tabla 2. (Continuación)

Grupo	Nombre de la sustancia	Aspectos ambientales
Líquidos y Gases Inorgánicos y Compuestos de Azufre Reducidos	Mercaptanos	Etil mercaptano Esta sustancia es altamente tóxica . Una concentración de 20 ppm en el agua puede causar la muerte de los peces en 2 3 minutos. El nivel de umbral estimado en el agua que puede contaminar la carne de pescado y otros organismos acuáticos se calcula en 240 µg/l. Este material no es fácilmente biodegradable y tiene una vida media en el aire de 4,8 horas. La vida media de evaporación es de 2,5 horas en río, a 29 horas en estanque.
		Propil Mercaptano No se han investigado los efectos de esta sustancia sobre el medio ambiente adecuadamente.
	Gases derivados del Nitrógeno	Amoníaco No permanece mucho tiempo en el ambiente. Es incorporado rápidamente por las plantas, las bacterias y los animales; no se acumula en la cadena alimentaria, pero sirve como alimento para plantas y bacterias.
		Metil Amina Esta sustancia puede ser peligrosa para el ambiente; debería prestarse atención especial a los peces.
Ácidos orgánicos y derivados	Acetaldehído Por evaporación de esta sustancia a 20°C, se puede alcanzar muy rápidamente una concentración nociva en el aire.	
	Ácido Butírico La sustancia es nociva para los organismos acuáticos.	
	Etil acrilato La sustancia es tóxica para los organismos acuáticos.	
Compuestos aromáticos y derivados	Clorofenol Esta sustancia puede ser peligrosa para el ambiente; debe prestarse atención especial al agua.	
	Estireno La sustancia es tóxica para los organismos acuáticos. Debe evitarse de forma efectiva que el producto químico se incorpore al ambiente.	
	Nitrobenceno La sustancia es tóxica para los organismos acuáticos. Debe evitarse de forma efectiva que el producto químico se incorpore al ambiente.	

Nota. (Ministerio de Salud y protección social, OPS, 2012) .

Para Anyi Bermúdez, en su artículo Contaminación odorífera: Causas, efectos y posibles soluciones a una contaminación invisible (Rincón, Bermudez, & Rojas, 2018a), los compuestos que a continuación se describen, se encuentran asociados con la contaminación atmosférica:

1. Sulfuros. Los sulfuros son productos que se descomponen por respiración anaerobia de la materia orgánica y es inflamable que al mezclarse puede ser inflamable y explosivo, pudiendo producir gases tóxicos los cuales pueden ser sulfuro de hidrógeno o ácido sulfhídrico, sulfuro de dimetilo y dicloruro de azufre que pueden estar en un estado gaseoso o líquido.

2. Mercaptanos. Por otro lado, los mercaptanos son tioles que dentro de su estructura contiene azufre que pueden darse en tres ramas como metil, etil y propil mercaptano; estos mercaptanos tienen olores fuertemente repulsivos y por sus tipos de enlaces pueden unirse con las proteínas que se tienen en la piel y producir ciertos olores fétidos algunos de ellos se encuentran como odorantes al gas natural.

3. Gases derivados del nitrógeno. Dentro de esta categoría se encuentran el amoníaco, indol y la metil amina sus características es que son olores penetrantes y característicos del elemento nitrógeno, son malos conductores de energía.

4. Ácidos orgánicos y derivados. Estos se caracterizan por tener olores picantes, rancios y penetrantes que pueden llegar a ser muy densos y por ser ácidos pueden quemar la piel o donde fue afectado directamente por estos ácidos que, aunque puede empezar a ser muy leve puede llegar

a causar un gran daño como es el sistema respiratorio; dentro de estos ácidos se encuentran el acetaldehído, ácido butírico y el etil acrilato; compuestos solubles en agua.

5. Compuestos aromáticos y derivados. Estos compuestos son solubles en el agua, pueden llegar a ser gases muy densos y con la reacción frente a otros químicos pueden liberar olores fuertemente contaminantes y tóxicos. Dentro de estos compuestos se encuentran el benceno, clorofenol y estireno. También dentro de esta clasificación se encuentran los COVs: Son hidrocarburos que tienen bajo puntos de ebullición (menor a 100°C) que pueden evaporarse fácilmente o se pueden encontrar a temperatura ambiente.

Para el caso de las actividades productivas del Sector Mesa de Los Santos, es importante tener en cuenta las características de los sectores productivos, que han sido identificados y mencionados arriba como asociados a la generación de olores ofensivos:

2.4 Cría y Sacrificio de animales

Las instalaciones con un gran número de animales se refieren con frecuencia a operaciones concentradas de alimentación animal (CAFO por sus iniciales en inglés). La producción porcina a nivel industrial genera olores molestos por la descomposición anaeróbica de materia orgánica como heces y orina, causada por mezcla de gases y partículas que se emiten al ambiente. Las heces fecales y orina que se disponen en lagunas liberan amoníaco, ácido sulfhídrico y COV. Además liberan partículas orgánicas portadoras de endotoxinas provenientes de caspa, alimentos y heces secas, provocando la formación de aerosoles que se generan por operaciones de regadíos de campos agrícolas y la presencia de partículas de las heces y la orina, que se dispersan por acción

de los vientos hacia los sitios de residencia de poblaciones aledañas (Jacho, 2010), (Avery RC, Wing S, Marshall SW, Schiffman SS, 2004) (Ministerio de Salud y protección social, OPS, 2012)

En el caso de las actividades de producción de ganado (cría, sacrificio) la emisión de amoníaco es significativa. El contenido de urea del estiércol es hidrolizado por las enzimas "ureasas" de microorganismos del suelo y del mismo estiércol, produciendo amoníaco que se volatiliza. Este gas, además de ocasionar un olor desagradable puede volver a precipitar en el suelo o en la superficie de cuerpos de agua, incrementando su contenido de nitrógeno (Blanes-Vidal V, 2011), (O'Connor AM, Auvermann B, Bicket-Weddle D, Kirkhorn S, Sargeant JM, Ramírez A, et al., 2010)

Teniendo en cuenta lo antes descrito, los olores ofensivos representan tanto a nivel ambiental como a nivel salud la mayor problemática para la población y entorno de los procesos que inherentes a ellos generan las sustancias antes mencionadas.

2.5 Técnicas de medición de olores ofensivos

La OMS define cuatro características para los olores: la intensidad, entendida como la fuerza de la sensación percibida; la calidad, que es el carácter diferenciador de un olor, lo que permite identificarlo; la aceptabilidad, como el grado de gusto o disgusto de un olor; el umbral del olor, como la concentración mínima de un estímulo odorífero capaz de provocar una respuesta (Organización Mundial de la Salud, 1989), (Berenger, 1994).

La caracterización de los olores se puede realizar mediante dos técnicas esencialmente: sensoriales y analíticas. Las técnicas sensoriales se basan en la percepción de los olores por el olfato humano. También incluyen la determinación del carácter de un olor (mapeo) y el nivel de

agrado o desagrado de un olor (tono hedónico). Las técnicas analíticas son métodos tradicionales de análisis químico para medir la concentración de compuestos específicos presentes en un olor. Puede hacerse mediante cromatografía de gases y espectrometría de masas, mediante métodos húmedos (para mercaptanos), mediante narices electrónicas o mediante indicadores (Murguía, 2006) (Ministerio de Salud y protección social, OPS, 2012).

2.5.1 Técnicas sensoriales. Las técnicas sensoriales utilizan asesores humanos para medir un olor, siendo la olfatometría, la técnica usada comúnmente. Dicha prueba evalúa las diluciones con aire limpio que un olor debe sufrir para no ser detectable por un humano promedio (umbral de detección). Otras técnicas sensoriales incluyen la determinación del carácter de un olor (mapeo triangular) y el nivel de agrado o desagrado de un olor (tono hedónico). Las técnicas sensoriales tienen la ventaja de que proveen información útil sobre cómo las personas perciben los olores y el grado de molestia que provoca un olor determinado, o bien para evaluar la efectividad de un equipo de control de olores. La desventaja de este método es que no es específico y consecuentemente no identifica las especies químicas causantes del olor (Murguía, 2006).

2.5.2 Olfatometría dinámica. En Colombia el marco legal para este tipo de metodologías se establece en la NTC 6011 en donde el muestreo es uno de los aspectos más importantes de la olfatometría. La calidad de los pasos posteriores, tales como el análisis olfatométrico, la evaluación y cualquier medida derivada de estos, depende de que el muestreo se lleve a cabo en forma adecuada. El objetivo del muestreo es detectar emisiones producidas por una fuente de olor, extrayendo volúmenes parciales adecuados del gas residual, de manera que las propiedades típicas

de la fuente se registren en forma representativa para la tarea que se realiza. Las propiedades típicas de una fuente son (ICONTEC, 2003):

- El cambio en las emisiones con el tiempo, incluidas las emisiones máximas
- El tipo de transición de sustancias desde la fuente a la atmósfera (convencionalmente, el caudal volumétrico medible, en el caso de fuentes estacionarias; no convencionalmente, el caudal volumétrico medible el caso de fuentes fugitivas)
- La configuración geométrica de la fuente, tales como las fuentes puntuales, de área y de volumen.

2.5.3 Métodos para determinar la molestia. Por normatividad colombiana, se establecen tres tipos de métodos para determinar el nivel de molestia de la población por la exposición a un olor. Se tienen las mediciones directas, indirectas y a través de criterios de aceptación o tolerancia. Es importante señalar que los tres tipos están incluidos en el modelo de encuesta que hace parte de la NTC 6012-1, con el objeto de establecer a partir de diferentes aproximaciones el grado de molestia (MinAmbiente, 2014).

2.5.4 Técnicas Analíticas. Las técnicas analíticas para caracterización de olores son relativamente fáciles de aplicar e identifican cuantitativamente las especies químicas presentes en un olor. La desventaja de la técnica es que no provee información alguna referente a la molestia que puede generar un olor. La contribución de las especies químicas aisladas puede sumarse para obtener la concentración global del olor. La presencia o ausencia de una especie química en la mezcla de gases, o las concentraciones de éstas pueden potenciar, disminuir o inclusive cambiar

la percepción de un olor por completo. Debido a esto, las técnicas analíticas son usadas para definir criterios de diseño de métodos de control de olores, para determinar si las emisiones de una sustancia química específica están dentro de los niveles permitidos por las normas o para estimar la relación entre la concentración de una sustancia química y su equivalente en términos de percepción humana (Murguía, 2006).

2.6 Modelación de Contaminantes

Es el método más empleado para valorar la contaminación por olores generada por una fuente se basa en el uso de modelos matemáticos de dispersión de contaminantes. La modelación permite evaluar el impacto odorífero que una instalación, existente o futura, tiene o tendrá sobre su entorno próximo. A partir de los datos meteorológicos de la zona, se puede efectuar la modelización. El resultado del modelo es la obtención de la concentración de olor en inmisión. Esta concentración puede representarse mediante líneas con un mismo valor de concentración de olor (Centro Nacional de Información de la calidad, 2007).

Antes de usar los modelos para simular la dispersión de olores, se deben considerar algunos asuntos relacionados con la modelación, tales como las características de olor, los factores que afectan la dispersión del olor en la atmósfera, e información detallada de los modelos usados para simular la dispersión del olor. Con esta información se tendrá una idea de cómo trabaja el modelo y si lo que se ha hecho es correcto.

2.6.1 Factores que Afectan la Dispersión del Olor. La dispersión del olor se ve impactada principalmente por la topografía alrededor de la fuente de emisión y por las condiciones atmosféricas. Los efectos de las barreras vegetales en la dispersión dependen de las dimensiones de la barrera y su localización relativa con respecto a la fuente de emisión. En cuanto a las condiciones atmosféricas los principales parámetros que la describen son la temperatura, la altura de mezcla, la estabilidad atmosférica, la velocidad y dirección del viento, la humedad relativa y la radiación solar (MinAmbiente, 2014).

La estabilidad atmosférica generalmente se describe usando las categorías A – G de la escala de Pasquill (A: fuertemente inestable, B: moderadamente inestable, C: ligeramente inestable, D: neutral, E: ligeramente estable, F: moderadamente estable y G: fuertemente estable), las cuales son ampliamente usadas en la mayoría de modelos de dispersión. El clima más inestable ocurre en condiciones fuertemente inestables, es decir, bajo la categoría A, con alta velocidad del viento, mientras el clima más estable ocurre en condiciones de fuertemente estables, es decir, con velocidad del viento relativamente baja.

2.7 Sostenibilidad Ambiental

Para definir y comprender el término de sostenibilidad ambiental es necesario realizar un acercamiento a los antecedentes a nivel mundial, de todos y cada uno de los actores políticos y sociales que han construido y le han dado la importancia a la relación directa hombre-desarrollo-medio ambiente, especialmente durante las últimas décadas del siglo XX.

El contexto inicial fue dado por las Naciones Unidas con la creación en 1983 de la Comisión de Desarrollo y Medio Ambiente, en donde se estableció que debían darse respuesta a ciertos

cuestionamientos convertidos en preocupación con respecto al análisis de los temas vinculados al desarrollo y el medio ambiente, y formulación de propuestas proyectadas hacia nuevas formas de cooperación internacional capaces de influir en los temas de desarrollo y medio ambiente, y la Promoción de niveles de comprensión y compromiso con estos objetivos por parte de individuos, organizaciones, empresas, institutos y gobiernos, mediante la elaboración de un informe a cargo de dicha comisión (UNESCO).

Para 1987, se presentaba el informe titulado “Nuestro futuro común” (“Our common future”, en idioma inglés) conocido también como “Informe Brundtland” (Brundtland, G.H., 1987) en el cual se introduce el concepto de desarrollo sostenible, definido en estos términos: “Está en manos de la humanidad asegurar que el desarrollo sea sostenible, es decir, asegurar que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias”. Dicho informe concluye principalmente a cerca del paulatino agotamiento de los recursos naturales, debido a los modelos de crecimiento económico de la época, sin embargo, también abre una esperanza proponiendo una primera afirmación que luego se convertiría en la base de los Objetivos de Desarrollo Sostenible del siglo XXI:

Con una distribución más equitativa y racional de los bienes se podría crecer y reducir la pobreza, pero para ello era imprescindible lograr una acción consecuente de los líderes políticos y una participación efectiva de los ciudadanos en integrar los objetivos del desarrollo económico y social con la conservación ambiental, lo cual agrupó en la categoría de desarrollo sostenible (UNESCO).

El término sostenibilidad ambiental puede estar asociado a la capacidad de un territorio que soportar la connotación de desarrollo económico en un contexto de crecimiento económico y poblacional, en donde las regiones logren mantener la calidad y cantidad de sus recursos naturales,

para que puedan abastecer y ofrecer los servicios que éstas requieren, por lo que para el ordenamiento del territorio se convierte en una estrategia de vital importancia en este momento, en donde el expansionismo territorial desorganizado está generando el efecto contrario de lo que involucra este término. Es por ello que es necesario definir un contexto de la problemática que por incoherencias gubernamentales y de políticas entre organizaciones, el concepto y el contexto ambiental de los territorios en lugar de lograr mantenerse ha ido decayendo.

2.8 Análisis de la explotación avícola en Colombia

En Colombia uno de los sectores con más crecimiento, según la cámara de comercio de Bogotá “sector pecuario, el cual tiene como código CIIU el 0145, que lo identifica en este caso para cría de aves de corral, descripción de actividades económicas ”, (código CIIU)) por su gran desarrollo y crecimiento, está se convierte entonces en un referente para que se sea más estricto en su manejo en cuanto a estándares de calidad y de inocuidad en su producción y sobre todo eficientes, por esta razón el Invima hace una pausa grande en cuanto a inspección de las granjas avícolas y en las plantas de beneficio de aves. En estas plantas se implementa buenas prácticas de manufactura sistema HACCP (Análisis de peligros y puntos de control críticos) EL cual es un s un proceso sistemático preventivo para garantizar la inocuidad alimentaria. Este es implementado en la recepción, el sacrificio, procesamiento, almacenamiento, transporte y su posterior comercialización. Antes de ingresar debemos pasa por un proceso de bioseguridad, pues como se ha dicho anteriormente es de vital importancia en el proceso, por lo cual nos debemos bañar y posteriormente cambiar al traje de bioseguridad, antes del ingreso a la incubadora.

El proceso de producción de pollo de engorde para el consumo, empieza por la incubación, del huevo puesto por la gallina, la ovoposición de esta, la cual saca su huevo a 40 °C de temperatura, el cual permite el inicio del desarrollo embrionario. Este empieza en las plantas de pollo de engorde, donde llega el huevo fértil, el cual viene de granjas, El proceso de incubación en pollos vencedor simula la gallina, en cuanto a temperatura, humedad y volteo, (la gallina cuando esta posada sobre el huevo, permanentemente lo mueve con sus patas, impidiendo al igual que el movimiento de la máquina, es impedir que el embrión se adhiera a sus membranas, por lo cual la quina permite mover el aire a través de los embriones de manera que el calor embrionario de los de los embriones mayores sea aprovechado por los embriones de menor desarrollo los cuales son termo dependientes, el calentamiento de lo huevo se produce mediante intercambio de calor entre aire y lo huevos y mantienen a una temperatura de entre 37 y 38 grados su proceso es 21 de días, este con una duración de 18 días en incubación y luego de este proceso, pasa a las nacedoras por unos tres días, luego de nacer, estos pollitos son sexados por el ala para verificar que tipo de sexo, (masculino o femenino) el pollito, luego de esto recibe las vacunas por una inyección subcutánea, lo cuales son antígenos adecuadas en su proceso de nacimiento, sigue la etapa de granja, donde son trasladados los pollos acabados de nacer (Materia prima en el proceso); para su levante, entran desde el día uno de su nacimiento, hasta el día 37 o 42. Para su levante se dan tres fases de comida, la primera es llamada pre iniciador , suministrándosele 200 gr en la primera semana durante 10 días, en la segunda semana llamada iniciador se le suministra 800 gr por 25 días, luego en su fase final (Engorde) se le suministra 2500 gr hasta su final. Después de su ganancia de peso y pasadas las 37 a 42 semanas, estos son trasladados a la planta de beneficio, esta se convierte entonces en la etapa final de la cadena productiva de la etapa del pollo, esta planta está dividida en una zona sucia, limpia y semi limpia. Hay tres etapas en el proceso, la primera consta de la llegada del pollo,

en el cual el pollo proveniente de las granjas de engorde es descargado en guacales, los cuales albergan entre 9 u 11 pollos esta se realiza en la zona sucia, luego los cuales son pesados y se envían a la zona de recibo, allí se colocan en una línea, donde se les pasa o varias etapas, la primera es colgar el animal, luego se insensibiliza por medio de un choque eléctrico, regulando su presión arterial, para que en la siguiente etapa, que es el desangramiento, pierda la mitad d su volumen de saquen, luego de esto pasan al escaldado, el cual es agua caliente y aire para el retiro de las plumas en la fase siguiente (Proceso en el cual interviene gran cantidad de agua potable) posterior a este van al desplumado, por una máquina de dedos de caucho, quitando el total de la pluma del ave. Pasan al a zona semi limpia, para la siguiente etapa, la cual se le conoce como evisceración, donde se presenta un sistema de extracción de las vísceras del ave, actas para el consumo humano, posterior a un lavado de carcasa del pollo, mientras que, por otra parte, otras personas separan partes de las vísceras comestibles de cabeza y patas. Por último se pasa a la zona limpia, en donde se presenta el enfriamiento tanto de las vísceras comestibles como de las carcasas del pollo, las cuales presentan una temperatura de 40°C, para bajar su temperatura a -4° c, y pasar a la zona de empaque, el cual se presenta el pollo entero o el pollo despresado, luego pasa al túnel continuo donde baja su temperatura a 0, posteriormente se pasa al área de almacenamiento a bajo 18 °c y el que se ha vendido es transportado en camiones con thermo King para conservar la cadena de frio. (Grijalba & Paz, 2019)

Los olores ofensivos provenientes de instalaciones avícolas son producidos por una mezcla de gases y vapores, muchos de los cuales se generan por la descomposición anaerobia de la gallinaza/pollinaza, la mortalidad, alimentos y otras materias orgánicas. Estas sustancias causantes de olores ofensivos se pueden agrupar como (Fenavi, 2013):

- Ácidos grasos volátiles
- Mercaptanos
- Ésteres
- Aldehídos
- Aminas
- Alcoholes
- Amoniaco
- Sulfuro de hidrógeno

2.9 Problemática ambiental del sector

En Colombia, la actividad avícola ha venido desarrollándose de manera favorable en los últimos años, esta actividad es la fuente de generación de empleos directos e indirectos durante su cadena productiva sin lugar a dudas es una contribución a la reducción de la pobreza, con un referente importante, la productividad y la competitividad interempresarial. El ritmo de crecimiento del sector avícola no tiene paralelo con otra actividad de la producción agropecuaria, durante catorce años ha logrado una tasa de crecimiento equivalente año de 5.0%, lo interesante para el sector, es que la fuente del crecimiento se mantiene por varias razones: 1) el crecimiento poblacional: aunque bajó, se mantiene en expansión; 2) el crecimiento económico: que permite que una parte de la población salga de su condición de pobreza, lo que potencia la demanda y; 3) el precio relativo de las proteínas avícolas: bajas respecto a otras fuentes.

Para el 2019 en más de una década el sector avícola no ha tenido un crecimiento negativo, (FENAVI-2018). La industria avícola genera un elevado porcentaje de contaminación en sus diferentes procesos, el sacrificio o planta de procesamiento se le denomina al área donde las aves son procesadas para su comercialización. Dentro de las instalaciones se cuenta con un espacio para el recibo de las aves y posteriormente éstas entran a la línea de producción pasando por el sacrificio que consisten en el aturdimiento y sangrado, después de esto se procede al desplumado,

generalmente realizado con agua caliente, siguiente la línea de producción el ave es eviscerada y separada de las partes que no son comercializadas, adicionalmente se cuentan con equipos para realizar un choque térmico al ave, generalmente bajo un baño en agua fría todo esto genera un gran impacto ambiental el cual se ve reflejado en residuos sólidos (gallinaza, aves muertas, vísceras plumas, polvo) líquidos (aguas residuales, sangre) y gaseosos (malos olores, ruido), entre otros, lo cual genera una gran problemática ambiental; Adicional a lo anterior, en el proceso de limpieza y desinfección de los galpones se generan vertimientos líquidos que por medio de infiltración pueden llegar a los cuerpos de agua más cercanos, si a estos residuos no se les da un adecuado manejo integral se pueden ocasionar grandes daños al ecosistema; por otra parte en el proceso del beneficio del pollo se producen gran cantidad de contaminantes, provenientes de las aguas residuales que contienen una elevada carga orgánica debido a los altos contenidos de grasas y aceites, sólidos (plumas, vísceras, picos, uñas, pollinaza), sangre, entre otros, debido a las grandes cantidades de pollo que se sacrifican al día. Existen muy pocas industrias avícolas que se dedican tanto a la crianza del pollo, así como también al beneficio y comercialización es por esta razón que el presente estudio se desarrolló a través de una serie de actividades como entrevistas, encuestas, fotografías, revisión de documentación, consumo de servicios, entre otros, con el fin de diagnosticar cantidades, manejo, uso y disposición de los diferentes residuos provenientes de las actividades que componen la empresa, así como también las posibles fallencias en cuanto al manejo ambiental de los residuos que se generan, para finalmente plantear posibles estrategias de manejo ambiental, amigablemente sostenibles con el ambiente y el cumplimiento de la normatividad legal vigente que además permitieran mejorar la producción y generar ingresos económicos para la empresa y evitar posibles multas o sanciones perjudiciales para el negocio. (Grijalba & Paz, 2019).

Adicional al proceso de formación de amoníaco acuoso, también ocurre un proceso de nitrificación cuando este material se aplica en el suelo, por ejemplo, en presencia de oxígeno, convirtiéndose en nitrato, NO_3^- , compuesto muy importante en la nutrición de las plantas, pero que en altas concentraciones es tóxico para los animales y potencialmente puede contaminar fuentes hídricas. Cuando las gallinazas/pollinazas se mojan en el interior de los galpones durante las precipitaciones o se almacenan húmedas (arriba de 20 %), o cuando se aplican al suelo y con el agua de riego y las lluvias aumenta su humedad, el NO_3^- se desnitrifica en condiciones anaerobias (ausencia de oxígeno), convirtiéndose en óxido nitroso N_2O , óxido nítrico NO y nitrógeno gaseoso N_2 ; de estos, el N_2O , por difusión, pasa a la atmósfera y contribuye a fenómenos como el calentamiento global y a la disminución de la capa de ozono (el efecto de una molécula de N_2O es equivalente al efecto de 310 moléculas de CO_2). Con relación a la materia orgánica, MO, de las gallinazas-pollinazas con excesiva humedad por factores como el riego, las aguas lluvias o fugas en tuberías de conducción de agua y bebederos, se produce metano, CH_4 , y ácido sulfhídrico, H_2S , como resultado de la degradación anaerobia de la MO, siendo más notorios con la gallinaza.

Todos estos compuestos, productos de la mineralización del nitrógeno, es decir, la conversión del nitrógeno orgánico en amoníaco y óxidos de nitrógeno, están involucrados en la generación de olores ofensivos. (Fenavi, 2013).

3. Buenas prácticas en granjas

Los aspectos principales a tener en cuenta para la implementación de buenas prácticas en granjas avícolas, con respecto a la generación, se basan en el control de la materia orgánica que se pueda degradar, al igual que de las condiciones de operación de los galpones, esencialmente temperatura y humedad. En la medida en que la materia orgánica, gallinaza/pollinaza o alimento, esté expuesta al ambiente, en condiciones aerobias o anaerobias, tendrá lugar su descomposición, proceso en el cual se generan las sustancias volátiles causantes del olor. (Fenavi, 2013).

3.1 Control del desperdicio de alimento

La caída de alimento a la cama, además de representar un desperdicio de la materia prima, es una de las fuentes de olor en las granjas cuando este comienza a descomponerse. La mejor forma de evitar desperdicios, cuando se cuenta con comederos automáticos, es la calibración. Los sistemas de distribución automática del alimento desde silos requieren de un programa rutinario de monitoreo para la detección de fugas (generación de desperdicios). Cuando el sistema de dosificación de alimento es manual, suele caer alimento al piso del galpón durante su trasiego.

La intrusión de aves silvestres a los galpones, que ingresan precisamente para robar alimento, genera la caída de este sobre las camas. Para evitar estas intrusiones, las mallas del galpón deben estar en buen estado. El área de almacenamiento del alimento debe estar muy bien organizada y limpia, destinándose preferiblemente solo para este fin o para la organización de materias primas. En caso de almacenar otro tipo de productos, se requieren zonas bien delimitadas; en lo posible,

evitando el almacenamiento de productos químicos como pesticidas. Igualmente, se recomienda almacenar el alimento necesario para cortos períodos de tiempo, ubicando los sacos sobre estibas de madera para que circule el aire y evitar que se contaminen con humedad. Los techos deben estar en buenas condiciones y las mallas en buen estado en las uniones de estas con las paredes. Es recomendable instalar mallas o cauchos entre las puertas y el piso para impedir el ingreso de animales ajenos a los procesos productivos. (Fenavi, 2013).

3.2 Control de la alimentación

El agua y el alimento, principales insumos, deben ser de excelente calidad; normalmente se presta más atención a la calidad del alimento o de las materias primas con que este se prepara. Si bien es cierto que la gran mayoría de avicultores suministra agua de buena calidad (acueductos) y la trata cuando es obtenida a partir de fuentes hídricas superficiales (ríos, riachuelos, quebradas, reservorios naturales o artificiales) o subterráneas (aljibes, pozos profundos), también lo es el hecho de que es necesario contar con un control analítico adecuado de la calidad del agua suministrada, y que ha sido obtenida de fuentes superficiales y subterráneas. En este sentido es importante hacer análisis microbiológicos y de la dureza del agua captada, y de acuerdo con el volumen de almacenamiento, establecer la dosis correcta de cloro o de los químicos utilizados para su purificación. (Fenavi, 2013).

Las dosis elevadas de productos químicos microbicidas en el agua de bebida causan efectos irritantes sobre el tracto gastrointestinal de las aves, produciendo heces más líquidas que, aparte de tener un impacto en la productividad del proceso y la salud de las aves, generan mayores olores, ya que presentan descomposición temprana, por lo que es esencial el control de la calidad del agua.

Según un estudio realizado por Gates y otros [11], la reducción de la proteína cruda en el alimento, acompañada de un aumento de los niveles de aminoácidos en la dieta, presenta los siguientes efectos (Fenavi, 2013):

- Se reduce la humedad y el pH de la gallinaza-pollinaza.
- Se reduce la cantidad de nitrógeno amoniacal en la gallinaza-pollinaza.
- No se afecta la conversión del alimento en carne.

Es fundamental el control adecuado de materias primas para la elaboración del alimento de las aves, debido a que un mal proceso, una contaminación o una infestación, tiene efectos nocivos sobre la salud intestinal de los animales. En Colombia son frecuentes los problemas digestivos, que pueden generar tránsito rápido, a causa de la presencia de micotoxinas en el alimento de las aves, como consecuencia de la baja calidad del sorgo y el maíz que ingresa al país. Así mismo, son varios los casos de tránsito rápido, como resultado de procesos ineficientes en la elaboración de la torta de soya utilizada en la alimentación de los pollos. Otro aspecto a controlar es el relativo a las condiciones de almacenamiento de materias primas y del alimento terminado (humedad y temperatura), ya que están involucrados en propiciar la reproducción de hongos cuyos metabolitos son las micotoxinas. Para concluir, cabe mencionar la aparición en el mercado de “aditivos” para la comida que prometen reducir los problemas de olores en las granjas. En la práctica no se ha demostrado la efectividad de estos métodos. Los aditivos para el alimento parecen tener un efecto de reducción de olor en las excretas frescas de las aves, pero, según ensayos olfátmétricos a través de paneles, no se detectó ningún efecto en los olores generados durante la descomposición de la gallinaza/pollinaza. Sin embargo, no se descarta que alguno de estos productos comerciales pueda

ser efectivo, por lo cual se recomienda al productor documentarse bien y exigir al comercializador que facilite artículos científicos y datos de campo comprobables, además de la realización de pruebas piloto.

3.3 Control de humedad y temperatura

Una cama con humedad excesiva y temperaturas ambientales altas acelera el proceso de descomposición de la materia orgánica que se va acumulando en ellas. La humedad óptima para las camas oscila entre 15 % y 30 %, condición en la cual el material se caracteriza por estar relativamente seco y por ser quebradizo. Si la cama está demasiado seca, se generará más material particulado (polvo), que además de afectar tanto la salud de los animales como de los trabajadores dentro del galpón, incide también en la propagación de olores, como se explica más adelante. Esta situación se presenta principalmente en zonas donde el aire tiene una humedad relativa baja y las temperaturas dentro de los galpones son elevadas o la ventilación es excesiva.

Cuando se presenta el caso de una cama excesivamente húmeda, habrá mayor emisión de amoníaco y de otros olores asociados con la descomposición anaerobia de la materia orgánica. La humedad excesiva de la cama puede ser causada por:

- Fugas en bebederos y en tuberías de agua asociadas.
- Infiltración de aguas lluvias, ya sea por el techo o por inundación de canaletas y canales de drenaje.
- Ventilación deficiente.

La reducción de olores asociados con la humedad de las camas en los galpones está por tanto relacionada con la adopción de buenas prácticas asociadas al mantenimiento de instalaciones, y de rutinas de monitoreo y corrección del estado de la cama. Las rutinas de monitoreo se realizan con el fin de comprobar el estado de la cama. Para ello, el operador deberá tomar con su mano, usando guantes de trabajo, una muestra de la cama en varios puntos del galpón, para verificar que el material no esté demasiado seco o húmedo en exceso (este debe ser quebradizo). Se debe contar con una hoja de vida de cada equipo y de cada uno de los dispositivos accesorios (tuberías, grifos, bebederos), en la que se registren aspectos como: lugar y fecha de compra, frecuencia de reparaciones, fecha y motivo de la última reparación, qué empresa la hizo, tiempo de uso del equipo en general y de cada una de sus piezas, entre otros. También se debe contar con un inventario de repuestos de elementos críticos como acoples, empaques y válvulas. Los tanques de almacenamiento y las tuberías de agua deben limpiarse periódicamente, mínimo cada dos meses (dependiendo de la dureza del agua), para evitar obstrucciones en los bebederos automáticos y así evitar infecciones en las aves por la contaminación de las tuberías; la limpieza de los tanques debe hacerse con agua a presión, cepillando sus paredes y aplicando algún desinfectante (por ejemplo, a base de cloro). Esta operación debe ejecutarse cuando el nivel del agua en el tanque se encuentre bajo, para evitar desperdicios. Es necesario verificar que el agua residual producto del mantenimiento no contamine el agua de suministro a las aves. Los techos y canaletas de aguas lluvias deben ser inspeccionados constantemente, especialmente antes del inicio de las temporadas de lluvias, para la detección de goteras o de obstrucciones. Los canales de aguas lluvias deben permanecer limpios, libres de maleza, escombros o cualquier tipo de residuo. La inspección rutinaria de la consistencia del material de cama también es útil para la detección de goteras. Cualquier falla que se detecte en el sistema de drenaje de aguas lluvias o en el techo debe ser

reparada con prontitud. Los techos deben extenderse por lo menos unos 50 cm hacia fuera de las paredes de los galpones, para evitar la infiltración de lluvias a través de las mallas y orificios de ventilación. Si durante las operaciones normales de trabajo o en las inspecciones de humedad de la cama se detectan puntos húmedos, inmediatamente se debe remover el material y remplazarlo por material de cama seco de las mismas características. La humedad del aire debe estar entre un 50 % y 70 %. (Fenavi, 2013).

Una humedad inferior al 50 % aumenta la emisión de polvo, en contraste con humedades superiores al 70 %, que aumentan la condensación sobre la cama. En ambos casos aumenta la emisión de olores. (Fenavi, 2013).

4. Estado del Arte

4.1 Internacional

Para la legislación Española es de gran relevancia la reducción de la inmisión de contaminantes, como estrategia para la mitigación del cambio climático, mediante acciones encaminadas a proporcionar un mayor peso de las energías renovables en el mix energético, mejora de la eficiencia energética en transporte y edificación, establecer medidas sectoriales integrar la adaptación al cambio climático en la planificación de los sectores económicos, instrumentos de mercado, entre otras (Legal, Colectivo, & Sano, 2016). Para el caso de Alemania, con la sede en la ciudad de Bonn de la Secretaría de la Convención Marco de las Naciones unidas sobre el Cambio

Climático, Alemania, desde 1990, ha reducido las emisiones de gases de efecto invernadero aproximadamente en un 24%, a partir de la eficiencia energética, el uso de las energías y de materias primas renovables (Legal, Colectivo, & Sano, 2016). La Unión Europea, establece en la Carta de los Derechos Fundamentales de la Unión Europea se define la política de la UE entorno al medio ambiente, y define Norma Técnica Europea UNE-EN13725, la cual regula la contaminación por olores ofensivos. (Legal, Colectivo, & Sano, 2016).

En cuanto a Latinoamérica, Brasil establece políticas claras enfocadas a la protección del medio ambiente, mediante Carta política en la constitución de 1988; para Perú en su constitución política de 1993, se introduce para los peruanos el derecho al medio ambiente equilibrado, la obligación del Estado por el desarrollo sostenible y la promoción del uso de recurso renovables.

Para Ecuador, la carta política de 1996 de la República Ecuatoriana, al igual que los Estados vecinos, introduce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y la obligación del Estado de garantizar el desarrollo sostenible. (Legal, Colectivo, & Sano, 2016)

Para García Zambrano, Alí, et. al, el legislador colombiano ha establecido un marco legal, que deviene del artículo 79 de la Constitución Política, para la protección de los derechos colectivos al medio ambiente sano y a la salud pública, afectados por olores ofensivos, que plasmó en las Ley 23 de 1973 y Ley 99 de 1993, lo que significa que en Colombia la legislación ambiental está fuertemente soportada por un marco jurídico nacional, que garantiza que la problemática generada por olores ofensivos pueda ser debe ser atendida desde el contexto social como derecho colectivo al medio ambiente y a la salud pública. (Legal, Colectivo, & Sano, 2016)

Para Kaeppler et. al, la determinación de las características de los olores en general, han estado relacionadas a estudios que han tenido en cuenta algunas aproximaciones a ciertos factores específicos como las características del órgano sensitivo, las características de la estimulación

sensorial y las características de la percepción sensorial. Con respecto al órgano sensorial, la relevancia se centra en establecer clasificaciones olfativas a partir de características fisiológicas del sistema olfativo, ya que se encontraron al menos 320 tipos de receptores de olor en humano, limitando la percepción a las cualidades de los receptores olfativos. En cuanto a las características del estímulo sensorial, los autores describen principalmente la importancia de la determinación de la estructura química de los compuestos olorosos, ya que la percepción puede estar vinculada al movimiento molecular y a las propiedades físico químicas (peso molecular, grupo funcional, tipo de molécula, carácter, entre otras. de dichos compuestos. Por último, con respecto a la percepción sensorial el documento describe que este factor se encuentra directamente asociado al relato verbal del aroma percibido (Kaeppler & Mueller, 2013). Teniendo en cuenta lo mencionado en el documento, es posible ratificar que la percepción de olores se convierte en un aspecto subjetivo.

Existen escenarios en donde los olores ofensivos se convierten en una problemática cotidiana generando la presencia de gases que directamente afectan la percepción de la calidad del aire de un sector. Para (Lim, Cha, Kong, & Baek, 2018), en muestreos realizados en el área de influencia del relleno sanitario en la ciudad de Itcheon, Sur Corea, se identificaron gases como amoníaco, acetaldehído, COV y olores complejos, resaltando la importancia de las condiciones meteorológicas específicas de la dirección del viento dominante, la humedad y una presión atmosférica más alta con una velocidad del viento nula o más baja, ya que éstas causaron un efecto positivo de mayor concentración de compuestos de aldehído y COV. Dentro del estudio se determinó que la presencia de estas sustancias se encuentra en mayor concentración dentro del relleno que en el área circundante al mismo. Con respecto a esto, el olor ofensivo no fue un gran problema de contaminación en la mayoría de las áreas circundantes, que se encuentran dentro de un círculo de 5 km de radio del relleno sanitario, excepto la alta frecuencia de generación de olor

de acetaldehído y propionaldehído. Las diferencias porcentuales relativas (RPD) de los gases olorosos entre las horas del día y la noche en el sitio del relleno sanitario fueron inferiores al 10%, lo que indica que las diferencias de concentración en el día y la noche no fueron graves.

Dentro de la misma línea de investigación, en el estudio desarrollado *Characterization and control of odorous gases at a landfill site: A case study in Hangzhou, China* (Ying, y otros, 2012), los rellenos sanitarios de residuos sólidos urbanos son una de las principales fuentes de olores ofensivos que generan molestias a la población cercana a éstos. Mediante cromatografía de gases—espectrometría de masas, se obtuvieron resultados de presencia de algunas sustancias generadoras de esta problemática. Los resultados mostraron que se identificaron un total de 68 compuestos volátiles, entre los cuales el H₂S (56.58-579.84 lg / m³) y el NH₃ (520-4460 lg / m³) fueron los componentes de olor notables que contribuyeron a 4.47-10.9% y 83.91-93.94% del total de las concentraciones, respectivamente. Se observaron cambios espaciales y temporales similares de las concentraciones de H₂S y NH₃ y se vieron afectados significativamente por factores ambientales que incluyen la temperatura, la presión del aire y la dirección del viento. La contaminación por olores fue peor cuando aparecieron altas temperaturas, alta humedad, baja presión de aire y viento del sureste, noreste o este.

Para Erwan Poivet, et. Al, Cualquier hipótesis sobre la codificación de olores requiere establecer la relación entre la calidad perceptiva y la estructura molecular mediante la clasificación y predicción de las cualidades sensoriales en compuestos químicos, sin embargo, los detalles del mecanismo siguen siendo difíciles de encontrar. Las moléculas de olor son típicamente compuestos orgánicos de bajo peso molecular que pueden ser alifáticos o aromáticos, pueden estar saturados o insaturados, y pueden tener diversos grupos polares funcionales. Sin embargo, muchas moléculas que se ajustan a estas características son inodoras. Un enfoque utilizado recientemente

para resolver este problema fue aplicar estrategias de aprendizaje automático a un gran conjunto de olores y clasificadores humanos en un intento por encontrar características químicas comunes y únicas que pudieran predecir el olor de una sustancia química. Utilizamos un método alternativo que se basa más en las respuestas biológicas de las neuronas sensoriales olfativas y luego aplica los principios de la química médica, una técnica ampliamente utilizada en el descubrimiento de fármacos. Demostramos la efectividad de esta estrategia a través de una clasificación para los ésteres, un importante olor para la creación de sabor en el vino. Nuestros hallazgos indican que los enfoques computacionales que no tienen en cuenta las respuestas biológicas estarán plagados de falsos positivos y falsos negativos y no proporcionarán datos significativos. (Zou, y otros, 2018)

Está claramente establecido que los compuestos generadores de olores ofensivos hacen parte importante de la contaminación atmosférica tanto en áreas industriales como en áreas residenciales. El estudio *Characterization of Odorous Compounds (VOC and Carbonyl Compounds) in the Ambient Air of Yeosu and Gwangyang, Large Industrial Areas of South Korea*, el cual realizó la medición de los compuestos orgánicos volátiles (COV) y los compuestos carbonílicos olorosos en Yeosu y Gwangyang, dos grandes áreas industriales de Corea del Sur, durante cuatro temporadas de 2008-2009, y la ciudad de Suncheon, la cual seleccionó como un sitio de control, discute las concentraciones de compuestos orgánicos volátiles y compuestos carbonílicos que fueron listados como contaminantes de aire olorosos por el Ministerio de Medio Ambiente de Corea del Sur. El benceno y el formaldehído se incluyeron en los análisis objeto de estudio debido a su naturaleza carcinogénica. La mayoría de los investigadores solo examinaron la concentración de compuestos olorosos en el aire ambiente, pero el presente estudio evaluó la intensidad del olor, que es un nuevo parámetro que ayudará a comprender mejor el olor percibido por personas. Este documento describe las variaciones estacionales y la distribución espacial de

los compuestos olorosos mencionados anteriormente en los sitios especificados. Los coeficientes de correlación de Pearson entre los compuestos olorosos y otros contaminantes del aire, como el ozono, CO, SO₂, NO₂ y PM₁₀, y las condiciones meteorológicas, como la temperatura y la velocidad del viento, proporcionan la información de origen de los compuestos de COV y carbonilo olorosos. (Seo, Suvarapu, & Baek, 2014)

La planificación del desarrollo del territorio se convierte en una herramienta que directamente facilita los modelos de desarrollo económico y su relación con la sostenibilidad, más aún cuando ésta última se encuentra relacionada en gran parte de los 17 objetivos de desarrollo sostenible marcados como metas de la humanidad por la ONU. Debido al modelo socio productivo dominante, el único modo de avanzar hacia territorios más sostenibles que permitan alcanzar y mantener el bienestar de la población mundial, es tener presente la necesidad de planificar adecuadamente el desarrollo territorial. El documento “El Sector Empresarial en la Sostenibilidad Ambiental: Ejes de Interacción”, reflexiona sobre esta necesidad y avanza en la definición de los principales criterios para alcanzar la sostenibilidad territorial en las escalas regionales y locales. (Núñez, n.d.). Este documento permite dimensionar la integralidad de los conceptos Responsabilidad Social Empresarial (RSE), creación de riqueza, la salud, la seguridad, la equidad y la protección del medio ambiente, bajo un esquema de “triple bottom line” donde lo ambiental y lo social debiera ser igual de importante que lo económico-financiero. En América Latina, uno de los problemas para medir la RSE es la falta de información y de una metodología que permita la medición sistemática y periódica de las actividades de las empresas especialmente las relacionadas con los aspectos sociales y el cuidado del medio ambiente. Una forma de medir esta última es a través de los gastos e inversiones ambientales. En general, en las grandes empresas y multinacionales el problema es menos grave, ya que muchas veces por estar vinculadas a los

mercados externos, o por política de sus casas matrices, la difusión de una imagen corporativa responsable es muy importante. Muchas empresas ya elaboran periódicamente reportes que dan cuenta de los avances de su gestión ambiental, - reportes sociales, ambientales o de sostenibilidad. De hecho, muchas de ellas cuentan ya con un área dentro de la empresa encargada de gestionar la RSE. El sistema financiero recoge información relevante sobre el gasto y la inversión ambiental y puede impulsar acciones a través instrumentos financieros de fomento productivo y apoyo a actividades relacionadas con mejoras en producción limpia, que obliga a las empresas a dar información a los entes financieros públicos y privados. (Núñez, n.d.).

Para Georgina Núñez R., a partir de la necesidad de generar un equilibrio entre el crecimiento económico y la sostenibilidad del medio ambiente, aparece un nuevo concepto de "crecimiento verde". Sin embargo, gran parte de la investigación sobre crecimiento verde no ha logrado abordar el alcance real de las relaciones y la complejidad de la correlación entre la gobernanza y las estructuras económicas, sociales y ambientales. Adicionalmente, la investigación actual sobre el crecimiento verde tiende a centrarse en el nivel del país, mediante los Objetivos de Desarrollo del Milenio y los índices de desarrollo sostenible, por lo que corre el riesgo de ignorar los impactos adicionales en las economías micro industriales teniendo en cuenta la especificidad de las mismas,

La falta de conexión entre el crecimiento verde y la buena gobernabilidad, conocida como gobernanza ambiental, es una evidente falencia para la aplicación de esta estrategia. La autora en este estudio utiliza la lente de gubernamentalidad de Foucault para ver el crecimiento ecológico como una técnica de gobierno, que busca una idea de ecogobierno. Así mismo, examina la transformación, las definiciones diferenciales y las dimensiones críticas del crecimiento verde en relación con los estudios de casos particulares tomados de China y Corea del Sur y los enmarcamos para futuros estudios sostenibles. Los hallazgos de este estudio resaltan el importante papel de la

investigación interdisciplinaria, así como las iniciativas ascendentes y descendientes, para permitir la transición hacia el crecimiento verde. El marco de investigación propuesto y la estrategia de implementación también identifican nuevas vías para futuras investigaciones y prácticas en el campo del desarrollo sostenible, por lo que es una de las contribuciones clave del estudio a la literatura. (Núñez, n.d.).

En la última década ha estado vigente el concepto de revitalización urbana, haciendo mención a la recuperación o rehabilitación de los componentes sociales, económicos y ambientales de un sector. Para Weiwei Li, et. Al, la revitalización del noreste de China ha sido un tema importante en China en los últimos años. El desarrollo sostenible de las ciudades juega un papel importante en el proceso de revitalización. En el documento desarrollado por el autor, se evalúa la sostenibilidad de las 34 ciudades de nivel de prefectura y superiores en el noreste de China. El proceso de evaluación fue visto como un problema dinámico de evaluación. Se desarrolló una técnica dinámica para la preferencia de orden por similitud con la solución ideal (TOPSIS) y el método de entropía al extender el peso de la entropía y TOPSIS a la situación dinámica. Se encontró que los niveles de sostenibilidad de las ciudades en el noreste de China eran comparativamente bajos. Solo el desempeño promedio de cuatro ciudades subprovinciales superó el 0.5 (representando el 11.8%). A excepción de Jixi, casi todas las ciudades tenían poca sostenibilidad debido a las tasas de crecimiento positivas o negativas más bajas. Además de Shenyang, Dalian, Changchun, Harbin y Daqing, las otras ciudades tuvieron el peor desempeño en sostenibilidad económica con valores de desempeño por debajo de 0.3. Esto implica la necesidad y la urgencia de mejorar los niveles de sostenibilidad económica de las ciudades en el noreste de China para realizar el desarrollo coordinado de las tres dimensiones (economía, sociedad y medio ambiente). En cuanto a las ciudades ubicadas en la provincia de Liaoning, deben

prestar más atención a la sostenibilidad económica, aunque su base económica (o niveles) fue comparativamente mejor que la de las provincias de Jilin y Heilongjiang. Para las ciudades de las provincias de Jilin y Heilongjiang, el deterioro de su sostenibilidad ambiental fue grave. Este caso debe llamar la atención de las autoridades locales. (Li, Yi, & Zhang, 2018)

En el documento: “Una revisión de los criterios de impacto de olor en países seleccionados de todo el mundo”, la exposición al olor ambiental puede ocasionar molestias, efectos en la salud y depreciación de los valores de las propiedades. A partir de esto, muchas regiones clasifican el olor como un contaminante atmosférico y regulan las emisiones y / o los impactos de las actividades generadoras de olores a nivel nacional, estatal o municipal. El documento presenta una revisión crítica de las regulaciones de olores en jurisdicciones seleccionadas de 28 países. Los enfoques individuales se identificaron como: la comparación de la concentración de olor del aire ambiente y las estadísticas de productos químicos individuales con los criterios de impacto (estándar de impacto máximo); utilizando distancias de separación fijas y variables (estándar de distancia de separación); tasa de emisión máxima para mezclas de odorantes y especies químicas individuales (norma de emisión máxima); la cantidad de quejas recibidas o el nivel de molestia determinado a través de las encuestas de la comunidad (máximo estándar de molestia); y exigir el uso de las mejores tecnologías disponibles (BAT) para minimizar las emisiones de olores (estándar de tecnología). La comparación de las estadísticas de concentración de olores pronosticadas por el modelo con los criterios de impacto de olores (OIC) se identifica como una de las herramientas más comunes utilizadas por los reguladores para evaluar el riesgo de impactos de olores en las evaluaciones de la etapa de planificación y también se utiliza para informar la evaluación de los impactos de olores de instalaciones existentes. Se hace especial hincapié en resumir OIC (percentil de concentración y umbral) y la manera en que se aplican. También se captura la forma en que los

lores a corto plazo miden los efectos de la media de paso en tiempo (pico a media). Además, los fundamentos de las propiedades odorantes, las dimensiones del olor molesto, se proporcionan métodos de muestreo y análisis de olores y se proporcionan guías de modelado de la dispersión. Se identifican elementos comunes de los marcos de regulación de olores maduros y efectivos y se recomienda una estrategia integrada de herramientas múltiples. (Brancher, Griffiths, Franco, & De Melo Lisboa, 2017)

Teniendo en cuenta que la exposición al olor ambiental puede ocasionar molestias, efectos en la salud y depreciación de los valores de las propiedades, muchas jurisdicciones clasifican el olor como un contaminante atmosférico y regulan las emisiones y / o los impactos de las actividades generadoras de olores a nivel nacional, estatal o municipal. El documento “A review of odour impact criteria in selected countries around the world”, presenta una revisión crítica de las regulaciones de olores en jurisdicciones seleccionadas de 28 países. Los enfoques individuales se identificaron como: la comparación de la concentración de olor del aire ambiente y las estadísticas de productos químicos individuales con los criterios de impacto (estándar de impacto máximo); utilizando distancias de separación fijas y variables (estándar de distancia de separación); tasa de emisión máxima para mezclas de odorantes y especies químicas individuales (norma de emisión máxima); la cantidad de quejas recibidas o el nivel de molestia determinado a través de las encuestas de la comunidad (máximo estándar de molestia); y exigir el uso de las mejores tecnologías disponibles para minimizar las emisiones de olores (estándar de tecnología). La comparación de estadísticas de concentración de olores pronosticadas según el modelo con criterios de impacto de olores (OIC) se identifica como una de las herramientas más comunes utilizadas por los reguladores para evaluar el riesgo de impactos de olores en las evaluaciones de la etapa de planificación y también se utiliza para informar la evaluación de los impactos de olores

en las instalaciones existentes. Es importante tener en cuenta el percentil de concentración y umbral y la manera en que se aplican. También se captura la forma en que los olores a corto plazo presentan efectos. Además, se proporcionan los fundamentos de las propiedades odorantes, las dimensiones del olor molesto, los métodos de muestreo y análisis de olores y la guía de modelado de la dispersión. (Brancher, Griffiths, Franco, & De Melo Lisboa, 2017)

Es importante establecer los conceptos básicos, compuestos y procesos susceptibles a generar olores desagradables, para establecer el contexto del problema, así como la proyección de estrategias y técnicas de tratamiento de este. Con respecto a la exposición a olores desagradables, durante los últimos años, ésta se ha convertido en un tipo de contaminación atmosférica proveniente del desarrollo de actividades industriales y humanas que liberan moléculas odoríferas al medio ambiente, que se caracterizan por ser volátiles, lo cual resulta en una calidad del aire no óptimo para el ser humano, afectando en algunas ocasiones su salud; En publicación de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, en su Revista de investigación Agraria y Ambiental, Rincón, Jaidith M. et. Al., presenta una revisión bibliográfica acerca de las causas de la contaminación odorífera, sus efectos y sus posibles soluciones; así como las técnicas de análisis, legislación, control y uso, abordado desde el ámbito internacional y nacional. (Rincón, Bermudez, & Rojas, 2018b)

Con respecto a la generación de olores ofensivos, son ya conocidos las principales fuentes de emisión y los procesos que las generan. Sin embargo, los estudios que se encuentran a nivel de procesos generadores evidencian relevancia en aquellos, producto de la disposición de residuos sólidos. En el caso de los residuos sólidos municipales, específicamente en las instalaciones de tratamiento, se evidencia la mayor problemática debido a la cantidad importante de residuos y los tipos de éstos, que diariamente se disponen allí, convirtiéndose en fuentes de contaminación típicas

de las molestias de olores urbanos que amenazan la salud pública y la seguridad ambiental. Para Huimin Chang et. Al., la simulación de dispersión con modelos especializados es un enfoque importante para simular la distribución de la concentración y estimar las distancias de transporte de los compuestos olorosos liberados, teniendo en cuenta que, la distribución temporal y espacial se ven afectadas por muchos factores con diferentes variaciones y funciones. En su estudio, el autor investigó la influencia de parámetros clave en la dispersión de compuestos de olor en base a un modelo de dispersión atmosférica numérica. El análisis de sensibilidad se aplicó para identificar cuantitativamente su influencia en las distribuciones de concentración y las distancias de transporte. Los resultados revelan que la intensidad de la fuente es un parámetro sensible en todo el dominio bajo las condiciones de dispersión especificadas, con relaciones de sensibilidad de alrededor de 1 a concentraciones y de 1.5 a 2.5 para distancias de transporte. La velocidad del viento posee relaciones de sensibilidad más altas en la dirección contra el viento que en la dirección del viento. El coeficiente de difusión horizontal es sensible a las concentraciones solo en el área de un radio típico de 500 m desde la fuente. La constante de reacción de degradación y la deposición húmeda no son sensibles ni en la distribución de la concentración ni en las distancias de transporte. Los parámetros más sensibles presentan una importancia respectiva para las distancias de transporte cuando se aplican diferentes umbrales olfativos de compuestos para determinar el área de protección de la contaminación por olores. Por lo tanto, este estudio proporciona información importante para la aplicación de modelos de dispersión y la recopilación de datos de los parámetros más sensibles en la evaluación y el manejo de la contaminación de olores. (Chang, y otros, 2019)

El aumento de la expansión territorial que han venido ocupando los procesos agrícolas a gran escala y las industrias alimentarias generan numerosos tipos de olores, propios del crecimiento de

cada uno de ellos. Como consecuencia de este comportamiento de la industria, la reducción de las áreas de tierra disponibles para el aislamiento de las operaciones industriales agrícolas y de procesamiento de alimentos del área pública y el aumento de la sensibilidad y la demanda del público en general por un ambiente limpio y agradable han obligado a todas estas industrias a controlar las emisiones de olores y los contaminantes tóxicos del aire. Para desarrollar operaciones industriales y agrícolas sostenibles y ambientalmente racionales, es necesario integrar la investigación que se centra en las técnicas analíticas modernas y la última tecnología sensorial de medición y evaluación del olor y la contaminación, junto con un conocimiento fundamental de los factores que son las unidades básicas que contribuyen a la producción de olores y contaminantes. Para la comprensión del origen del olor generado, se requiere tener claridad del concepto, formas de medición, y proceso específico en donde se producen las sustancias generadoras de olores ofensivos. El estudio “Odor compounds in waste gas emissions from agricultural operations and food industries” revisa la información disponible sobre las emisiones de olores de las operaciones agrícolas y las industrias alimentarias, brindando una visión general sobre los problemas de olores, la detección y cuantificación de olores, e identificando las fuentes y los mecanismos que contribuyen a las emisiones de olores. Se discuten las formas de reducir o controlar el problema del olor e identificando las fuentes y los mecanismos que contribuyen a las emisiones de olores. (Rappert & Mu, 2005).

Para Krzysztof Barbusinski, et al, (2017), los olores son emitidos por actividades agrícolas e industriales, como granjas de animales, plantas de procesamiento, plantas de tratamiento de aguas residuales, instalaciones de tratamiento o eliminación de desechos, talleres de pintura, refinerías de petróleo, plantas de celulosa y papel, y varias industrias químicas. Para los autores, los efectos de este tipo de contaminación del aire pueden incluir: deterioro de la calidad del medio ambiente;

interferencia con actividades comerciales; incomodidad, daño o deterioro de la seguridad de cualquier persona haciendo que cualquier propiedad, planta o animal sea inadecuada para uso humano. El documento menciona que las tecnologías de tratamiento de olores se pueden clasificar en tres categorías, las que emplean métodos de tratamiento: químicos (oxidación térmica, oxidación catalítica, ozonización), físicos (condensación, adsorción, absorción) y biológicos (utilizando biofiltros, filtros de biotecnología, bioscrubbers y otros tipos de biorreactores). El estudio muestra que los métodos de tratamiento biológico presentan una ventaja con respecto a las tecnologías físicas y químicas, ya que éstos se pueden llevar a cabo a temperaturas moderadas (10–40 ° C) y presión atmosférica. En el caso de los biofiltros han sido utilizado biofiltros simples con lechos de suelo y, posteriormente, se ha informado el uso de otros materiales de lecho en estructuras de filtros más avanzadas y se han desarrollado tipos de equipos de filtración más sofisticados, como filtros de bioacceso y biocombustibles. Con el fin de proporcionar una visión general del estado de la técnica, el estudio resume y compara los principios y características del proceso, incluido el uso de diversos microorganismos y nutrientes, las variaciones en el diseño del equipo y los rangos de aplicación de las diferentes tecnologías de tratamiento de olores. (Barbusinski, Kalembe, Kasperczyk, & Kozik, 2017).

Retomando el estudio arriba mencionado, es importante tener en cuenta que las emisiones olorosas de vertimientos de aguas residuales y sus unidades o sistemas de tratamiento, son una mezcla compleja de productos químicos volátiles que pueden causar molestias a las poblaciones locales, lo que genera quejas para los operadores de los mismos, así como para quienes son responsables de su control. Debido a la variabilidad en el tono hedónico y al carácter químico de las emisiones olorosas, no se puede aplicar universalmente una técnica analítica para evaluar el rendimiento de la eliminación de olores. Los desarrollos recientes en metodologías analíticas,

específicamente cromatografía de gases, enfoques de evaluación de olores (ruedas de olor, el método de perfil de olores y olfatometría dinámica), y el análisis sensorial y cromatografía de gases combinados más recientemente, han contribuido a mejorar nuestra capacidad para evaluar las emisiones de olor en términos de concentración y composición del olor. El documento recopila información existente con el objetivo de proporcionar una nueva perspectiva de la efectividad de los enfoques sensoriales y de caracterización para mejorar nuestra comprensión del destino de las emisiones olorosas durante la reducción del olor. Si bien la investigación en tecnología de sensores no específicos (e-nose) ha dado como resultado un progreso en el campo del monitoreo continuo de olores, aún se necesitan estudios de casos más exitosos a largo plazo para superar las expectativas de rendimiento excesivamente optimistas. Las brechas de conocimiento aún persisten con respecto a la descomposición de compuestos volátiles térmicamente inestables (especialmente compuestos de azufre), la incapacidad para predecir interacciones sinérgicas, antagonistas o aditivas entre los odorantes en técnicas de análisis químico / sensorial combinadas, y la estabilidad a largo plazo de los sensores químicos debidos a la deriva del sensor, el envejecimiento, Temperatura / efectos de la humedad relativa, y variaciones temporales. El monitoreo futuro de la eliminación de olores requerirá la identificación de los odorantes claves para facilitar la selección, el diseño y la gestión de los procesos. (Mun, y otros, 2010)

En cuanto al análisis del comportamiento de las concentraciones de compuestos generadores de olores ofensivos con respecto a un área de influencia, los factores de emisión son herramientas fundamentales para la gestión de la calidad del aire. Los factores de emisión de olores (OEF) se pueden desarrollar en analogía con los factores de emisión definidos para otros compuestos químicos, que relacionan la cantidad de un contaminante liberado a la atmósfera con una actividad asociada determinada. Los vertederos típicamente representan una fuente común de quejas de

olores; por esta razón, el desarrollo de OEF específicas que permitan la estimación de las emisiones de olores de este tipo de fuente sería de gran interés tanto para el diseño como para la gestión del relleno. El estudio desarrollado por Federico Lucernoni et. Al, propone una metodología actualizada para el desarrollo de una OEF para la estimación de las emisiones de olores de los rellenos sanitarios, centrándose así en las emisiones de olores relacionadas con las emisiones de gas de relleno sanitario (LFG) de la superficie de relleno sanitario agotada. El enfoque propuesto es un enfoque "indirecto" basado en la cuantificación de las emisiones de LFG de las mediciones de concentración de metano realizadas en un relleno sanitario italiano. La tasa de emisión de olores (OER, por sus siglas en inglés) se obtiene multiplicando la tasa de flujo del gas emitido por la concentración de olor de LFG. La concentración de olor del LFG emitido a través de la superficie del relleno sanitario se estimó mediante una correlación ad hoc investigada entre la concentración de metano y la concentración de olor. Se calculó la OEF para la estimación de las emisiones de olor de las superficies de los rellenos sanitarios, considerando la superficie del relleno sanitario como el índice de actividad, como el producto entre el flujo medio de LFG específico emitido a través de la superficie resultante de las campañas experimentales, igual a $0,39 \text{ l} / \text{m}^2 / \text{h}$, y su concentración de olor, que se estimó igual a $1050000 \text{ eq. ouE} / \text{m}^3$, dando así una OEF de $0.011 \text{ ouE} / \text{m}^2 / \text{s}$. Este valor, que es considerablemente más bajo que los publicados en trabajos anteriores, debe considerarse como una estimación mejorada basada en los desarrollos más recientes de la investigación en el campo del muestreo de olores en fuentes de superficie. (Lucernoni, Tapparo, Capelli, & Sironi, 2016).

Teniendo en cuenta que el amoníaco es el principal compuesto generador de olor ofensivo durante el proceso natural de degradación de las excretas en los procesos avícolas, debido a la formación de ácido úrico, y que su producción ocasiona afectación a la salud humana, animal y

vegetación relacionado a la emisión de gases, el estudio desarrollado por Velasco-Velasco, J, et. Al, muestra que debido al crecimiento de la industria avícola en México, ubicándolo en el séptimo productor mundial de carne de pollo (más de 3 millones de t año⁻¹, es necesario enfocar esfuerzos en mantener los niveles de amoníaco por debajo de 25 mg kg⁻¹ en la producción de pollo para que se logre generar un incremento de alrededor de 26.2 millones de dólares para dicha industria en Estados Unidos, mientras que si no se ejecutan acciones para reducir estas concentraciones, y se mantienen niveles de amoníaco por arriba de 50 mg kg⁻¹, la producción de carne puede reducir de 6.4% a 9%. El documento plantea que prácticas de manejo como: control de la humedad, temperatura, pH de la cama, ventilación, densidad de población, uso de aditivos en la alimentación del ave y manejo de la cama son esenciales para el control de la emisión de amoníaco y el fomento del bienestar animal. (J. et al., 2016).

Dentro del contexto agrícola, la producción avícola representa uno de los sectores de mayor relevancia por el crecimiento propio en la demanda del alimento, así como de la oportunidad que representa este tipo de explotación. Para Almada Natalia, en su documento Estrategia para la mitigación de olores generados por las explotaciones avícolas, la contaminación atmosférica por olores se ha convertido en una problemática constante en la sociedad, debido a que, a diferencia de otros contaminantes, la percepción del olor que tienen los seres humanos, permite que las molestias sean comunicadas a las autoridades, y que se identifique así la fuente generadora con mayor facilidad. Así mismo, aborda la problemática de olores ofensivos desde la producción avícola en zonas rurales urbanizadas, las cuales requieren establecer la aplicación de alternativas de mitigación específica, haciendo más compleja la expansión de los procesos de explotación avícola y la ampliación de las fronteras urbanas, generando que exista cercanía de los núcleos poblacionales y las unidades de producción agropecuaria. Dentro de las alternativas que plantea la

autora, se encuentra la revisión de la Resolución 553/12, de Uruguay, aplicada a granjas avícolas, la Generación de un Registro Web de Emisiones y Autodiagnóstico de emisión de olores ofensivos por parte de los establecimientos, y la generación de un dispositivo de olores molestos. Los resultados de la investigación arrojaron que lograr una gestión de olores eficiente constituye un reto clave en lo que refiere a calidad del aire, y que la aplicación de las normas existentes en la provincia puede contribuir en la mitigación de la generación de olores molestos. (Almada, 2019).

4.2 Nacional

Uno de los sectores productivos dentro del desarrollo agrícola del país identificado, por su naturaleza del proceso durante la disposición y manejo de los residuos generados, como generador de olores ofensivos, es el subsector avícola. Colombia es un importante actor a nivel latinoamericano y mundial jaloneador del mercado. Jairo Orlando Hómez Sánchez, genera en un documento la Formulación de un plan de buenas prácticas ambientales para la prevención, control y seguimiento de la generación de olores ofensivos en el subsector avícola. En su estudio, plantea que se hace necesario identificar y fomentar unas prácticas de trabajo que se realicen evitando los impactos sobre el medio ambiente (consumo de recursos, vertimientos de aguas residuales, generación de residuos, olores, contaminación y erosión de suelos, entre otros), no sólo preservan el entorno, sino que además pueden implicar un ahorro de costos. Mediante la revisión de publicaciones nacionales e internacionales, sobre Buenas Prácticas Ambientales (BPA) y Mejores Técnicas Disponibles (MTD) con impacto favorable, tanto sobre los diferentes aspectos medio ambientales que afectan al sector y disponibles desde el punto de vista técnico y económico para proteger de olores ofensivos a la población expuesta. El estudio pretende constituirse como

herramienta de ayuda y consulta técnica para las autoridades ambientales y las empresas avícolas. Las BPA y MTD definidas en este estudio para su aplicación en las actividades de avicultura pueden ser consideradas como una opción viable desde el punto de vista técnico y económico para reducir la contaminación ambiental y dar cumplimiento a las normas relacionadas con el control de olores, evitando costos asociados al monitoreo y medición de los mismos y reduciendo significativamente los conflictos y quejas de las comunidades cercanas a las explotaciones. El principal resultado del estudio es definir como herramienta las medidas que como referente técnico las empresas generadoras pueden implementar para mitigar y reducir el impacto atmosférico que producen los compuestos liberados durante los procesos avícolas, así como las molestias y patologías en las comunidades expuestas, asociadas a la exposición a olores ofensivos. (Homez, 2014)

En el estudio Criterios de implementación ISO 14000:2015 Caso Estudio Sector avícola, determinó que la empresa avícola Coopvencedor implementa acciones que se enfocan en el manejo adecuado de algunos residuos, mientras que, para otros, se evidencia la falta de manejo, principalmente se en la fase de beneficio, en la que se generan altas cantidades de plumas y vísceras, las cuales se disponen de manera inadecuada, generando efectos adversos al ambiente como contaminación del suelo, agua, olores desagradables. El documento establece que las estrategias de producción más limpia se convierten en una herramienta de aplicación y control preventivo que busca optimizar recursos e insumos como materias primas, agua y energía eléctrica y con esto reducir o minimizar sus desechos tanto sólidos, líquidos y gaseosos, logrando así una mayor rentabilidad en el proceso productivo, tanto desde el punto de vista económico como ambiental; En el documento se muestran algunas de las alternativas propuestas para el mejoramiento en el manejo ambiental de los residuos producidos, las cuales representan altas

inversiones, sin embargo, se debe tener en cuenta que a mediano y largo plazo se harán visibles los beneficios producidos, y que por otra parte, también existen otras opciones igualmente viables para las cuales no representaría mayor costo en su implementación. (Grijalba & Paz, 2019)

5. Marco Legal

Tabla 3. *Sustento legal asociado al proyecto*

Norma	Fecha	Artículo
Constitución política de Colombia	1991	Artículo 79: “Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines”
		Artículo 5: “De las distintas clases de Normas y Estándares. Las normas para la protección de la calidad del aire son: a) Norma de calidad del aire o nivel de inmisión; b) Norma de inmisión o descarga de contaminantes al aire c) Norma de emisión de ruido; d) Norma de ruido ambiental e) Norma de evaluación y emisión de olores ofensivos.
Decreto 948	1995	Artículo 16: “Normas de Evaluación y Emisión de Olores Ofensivos. El Ministerio del Medio Ambiente fijará las normas para establecer estadísticamente los umbrales de tolerancia de olores ofensivos que afecten a la comunidad y los procedimientos para determinar su nivel permisible, así como las relativas al registro y recepción de las quejas y a la realización de las pruebas estadísticas objetivas de percepción y evaluación de dichos olores” Artículo 20: “Establecimientos Generadores de Olores Ofensivos. Queda prohibido el funcionamiento de establecimientos generadores de olores ofensivos en zonas residenciales.”

Tabla 3. (Continuación)

Norma	Fecha	Artículo
Resolución 601	2006	Modificado Artículo 5
Resolución 610	2010	Modificado Artículo 5, estableciendo nuevos tiempos de exposición
Resolución 1541	2013	Artículo 8: “El Plan de Reducción del Impacto por Olores Ofensivos (PRIO) deberá contener como mínimo la siguiente información: • Localización y descripción de la actividad. • Descripción, diseño y justificación técnica de la efectividad de las Buenas Prácticas o las Mejores Técnicas Disponibles por implementar en el proceso generador del olor ofensivo. • Metas específicas del plan para reducir el impacto por olores ofensivos. • Cronograma para la ejecución. • Plan de contingencia.”

6. Método

En términos generales, los dos enfoques (cuantitativo y cualitativo) son paradigmas de la investigación científica, pues ambos emplean procesos cuidadosos, sistemáticos y empíricos en su esfuerzo por generar conocimiento y utilizan, en general, cinco fases similares y relacionadas entre sí (Grinnell, 1997):

1. Llevan a cabo observación y evaluación de fenómenos.
2. Establecen suposiciones o ideas como consecuencia de la observación y evaluación realizadas.
3. Demuestran el grado en que las suposiciones o ideas tienen fundamento.

4. Revisan tales suposiciones o ideas sobre la base de las pruebas o del análisis.
5. Proponen nuevas observaciones y evaluaciones para esclarecer, modificar y fundamentar las suposiciones e ideas; o incluso para generar otras.

Para Sampieri, et al., el enfoque cuantitativo usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías, mientras que el cualitativo utiliza la recolección de datos medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación. El enfoque metodológico que permitió el desarrollo del trabajo es de enfoque mixto o híbrido, el cual integra los dos enfoques de la siguiente forma:

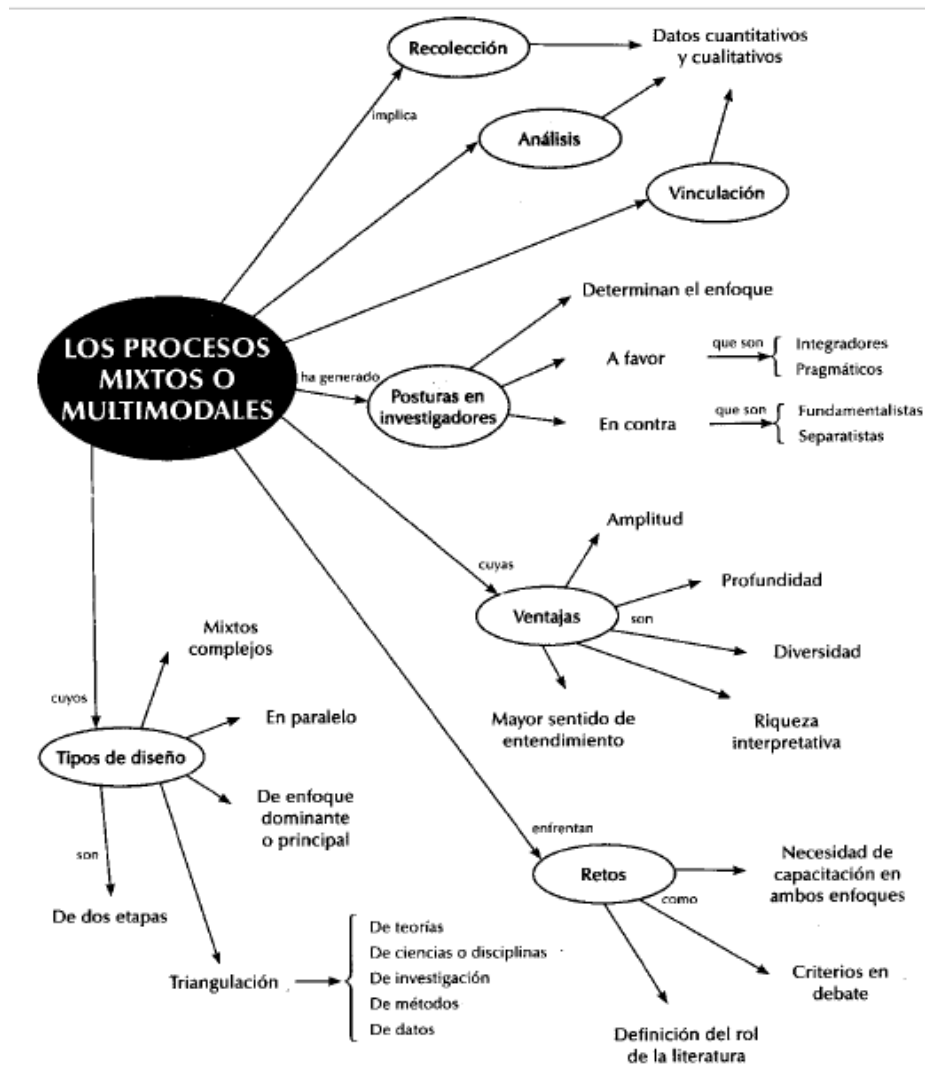


Figura 4. Enfoques de la investigación. Adaptado de (Sampieri, 1991)

Este tipo de enfoque permitió que se puedan utilizar los dos enfoques cuantitativo y cualitativo para responder distintas preguntas de investigación de un planteamiento del problema (Sampieri, 1991). El enfoque mixto es un proceso que recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio o una serie de investigaciones para responder a un planteamiento del problema (Teddlie y Tashakkori, 2003; Creswell, 2005; Mertens, 2005; Williams, Unrau y Grinnell, 2005).

El desarrollo del proyecto se llevó a cabo mediante etapas en donde se dará respuesta a los objetivos planteados.

6.1 Etapa 1: Análisis de condiciones del área objeto de estudio

Esta etapa del proyecto correspondió a la recopilación inicial de la información meteorológica, climática, topográfica y biótica de la micro-región, que permita generar la delimitación geográfica de la zona objeto de estudio, y la identificación de las posibles fuentes de generación de emisiones según la actividad económica, a partir del régimen anual de vientos del Municipio y el resultado de la visita de campo a las zonas de posible afectación por la percepción de olores ofensivos.

6.2 Etapa 2: Caracterización de actividades productivas susceptibles a generación de olores ofensivos

Para el desarrollo del proyecto en esta etapa se realizó un diagnóstico de la actividad económica característica de la micro región, las cuales debido a sus características y naturaleza y a partir de la revisión bibliográfica, justifican la generación de olores ofensivos, y por ende conflictos con la población del sector objeto de estudio.

6.3 Etapa 3: Determinación de la relación del comportamiento de los compuestos generadores de olores ofensivos con las variables meteorológicas, climáticas, topográficas y bióticas de la micro-región objeto de estudio.

Teniendo en cuenta el comportamiento de los compuestos generadores de olores ofensivos y sus características según el proceso que los produce, es importante establecer teóricamente la relación de las variables meteorológicas y topográficas de la región de estudio, y establecer la importancia de estas con la percepción de olores ofensivos existente en el sector. Mediante revisión bibliográfica de las características de los compuestos, se definió la correlacionalidad de los factores meteorológicos con el desplazamiento y el comportamiento de los gases en el área definida para el proyecto.

Fue indispensable definir los gases que se generan producto de las actividades productivas identificadas como susceptibles a la generación de olores ofensivos, para posteriormente realizar la revisión bibliográfica que permitió la identificación de las variables específicas que definen el comportamiento de los mismos en un sector específico. Finalmente, se realizó el análisis que permitió establecer la relación y el comportamiento de los compuestos y las condiciones de la zona.

6.4 Etapa 4: Indicadores de Sostenibilidad ambiental

Luego de la identificación de sectores económicos, procesos y características del área de estudio, que evidencian el comportamiento de las variables de interés del proyecto, en esta etapa se definen los indicadores de sostenibilidad aplicados a la problemática planteada.

Mediante los indicadores se enlazó la problemática actual de generación de olores ofensivos y la percepción e impacto en la población, con las estrategias para mitigar la misma.

7. Resultados y Discusión

7.1 Caracterización de las condiciones de sostenibilidad en la microregión Sector Mesa de Los Santos – Santander, a partir de las determinantes del ordenamiento territorial

Los Santos se encuentra configurado como municipio de categoría sexta y tipología E (Entorno de Desarrollo Intermedio), lo que determina y define la inversión misma de sus recursos; considerando tal escalafón, que encuadra a Los Santos dentro de los denominados territorios rurales, agropecuarios y promisorios para el renglón turístico, son entonces dos los pasos a dar para que el municipio logre el Desarrollo Integral, articulando para ello los sectores empresarial, comercial, ambiental, agropecuario e infraestructura, alcanzando una dimensión protagónica, fruto de la promoción institucional y comunitaria de las formas de asociación y las alianzas estratégicas con otros municipios, regiones, departamentos y organizaciones internacionales. Se trata de posicionar la imagen del municipio, tanto en el contexto departamental como nacional, usufructuando su pertenencia al universo cañonero determinado por el Chicamocha. Se exige a la administración local, igualmente, respetar las medidas conducentes a controlar, preservar y defender el medio ambiente (CAS), incrementar la generación de empleo y trabajo directo e indirecto en la escala formal y no formal, convocando un número significativo de productores y

microempresarios para que se unan y se beneficien de las políticas asociativas oficiales que promueven dichas formas de producción, precisamente las que se ligán a la vocación rural del municipio, que tiene en su riqueza natural e histórico-cultural, tierra, agua y aire. (Municipio Los Santos, 2016b)

Según el EOT, el municipio está dividido en dos microrregiones:

Microrregión No. 1. La Sector Mesa de Los Santos: Este territorio se encuentra ubicado al centro y norte del municipio, la vía central constituye el elemento o eje estructural, correspondiente a la vereda La Mesa: Carrizal, El Verde, Tabacal, Majadal Alto, Majadal Bajo, La Fuente, Rosablanca, Guamito y Delicias, presenta alturas entre los 1.400 y 1800 m.s.n.m. En donde se propone el desarrollo y consolidación de su vocación turística y agropecuaria; orientada hacia las prácticas sustentables de producción compatibles con las características paisajísticas del territorio.

Microrregión No. 2. Las Partes Bajas. Comprende el sector de las partes bajas del municipio, la conforman las veredas: San Rafael, Salazar, Mojarra, La Peña, El Pozo, Garbanzal, Teres, Diamante, Laguna Alta, Laguna Baja, La Loma, Paso Chico, Regadero Alto, Regadero Bajo, Espinal Alto, Espinal Bajo, Potreros, Llanadas y La Purnia. Se presentan alturas entre 300 m.s.n.m a 1600 m.s.n.m. La cabecera municipal constituye el punto articulador de esta zona.

En el Esquema de Ordenamiento territorial del Municipio de los Santos, se establecen las acciones necesarias para mejorar la producción del sector rural y su sostenibilidad ambiental, buscando obtener rendimientos y optimar el bienestar social de la comunidad. (Los Santos - Santander, 2003). En dicho documento, capítulo 2 se integran estrategias que incluyen decisiones territoriales rurales en cuanto a la zonificación ambiental rural, estableciendo las áreas de manejo y usos del suelo, en acuerdo con la Corporación Autónoma de Santander. (Los Santos - Santander, 2003). Este documento evidencia que para el Sector Mesa de Los Santos y demás veredas del

municipio, existe planeación administrativa que soporta la concordancia que debe existir entre el desarrollo económico de la región y los aspectos bióticos y ambientales.

7.1.1 Descripción del Municipio. El municipio de Los Santos se encuentra localizado al oriente del departamento de Santander, a 62 Km de su capital Bucaramanga y a 33 de la población de los Curos. Forma parte de la provincia de Soto. Geo referenciando su cabecera municipal, se encuentra localizada en el meridiano de Greenwich a 6° 45' Latitud Norte y 73° 06' de Longitud Oeste. (Municipio Los Santos, 2016b)

Los Santos, tiene una extensión de 242 km². Limita por el norte con Girón y Piedecuesta, por el sur con Jordán Sube y Villanueva, por el oriente con Aratoca, y por el occidente con Zapatoca. Hídricamente limita por el norte con la quebrada Los Fríos y quebrada Honda, por el sur y oriente con el río Chicamocha y por el occidente con el río Sogamoso. (Municipio Los Santos, 2016b)

Dada la variación y heterogeneidad del relieve del municipio, las temperaturas medias anuales oscilan entre los 28°C a los 200 m.s.n.m. y los 20°C a los 1.530 m.s.n.m. La temperatura media anual de la cabecera municipal es de 21.3 °C considerando el gradiente medio anual de la temperatura en la zona que es de 0.60 grados centígrados por cada 100 metros. (Municipio Los Santos, 2016b)

Geográficamente, Los Santos, en cuanto a la configuración del relieve, destaca la predominancia montañosa y la particular pertenencia al Cañón Del Chicamocha. Está ubicado en la Cordillera Oriental de la Gran Región Andina colombiana, abarcando alturas que van desde los 200 m.s.n.m. en las tierras bajas hasta alcanzar los 1.500 m.s.n.m. Las temperaturas promediadas oscilan entre los 28 grados centígrados y los 20 grados. A la predominancia del paisaje de cordillera corresponde también la presencia de meseta, cerros, lomas y valles, lo que de inmediato

lo dispone como próximo a fuentes de agua. Existen bosques propios del paisaje andino y árboles de distintas clases. (Municipio Los Santos, 2016b)

La temperatura registra un promedio de 21 °C en el casco urbano, con variaciones, determinadas por los diferentes pisos térmicos que recorre, teniendo también por efecto la presencia de una singular flora y fauna, lo que es signo a su vez de la enorme riqueza natural poseída, incalculable en términos de simple valor cuantitativo. Teniendo la concepción del Desarrollo Integral, un marcado acento en los temas medioambientales, especialmente en la urgencia determinada por la preocupación ante los efectos negativos del fenómeno representado por el cambio climático, el municipio está llamado, más que otros lugares del país y del mundo, a liderar estrategias que busquen evitar la degradación de sus ecosistemas, en cuyo seno además se alberga el ancestral legado de la cultura Guane. Su geografía andina, montañosa, quebrada, más los factores asociados a ella, se integran positivamente, especialmente si se considera la potenciación del renglón turístico. (Municipio Los Santos, 2016b)

Los Santos integra, territorialmente, al eje vial constituido por la ruta Piedecuesta-La Mesa-Panachi. Esto se traduce para el municipio en grandes posibilidades y beneficios ligados a la curva creciente que a nivel nacional hoy demarca esta región como destino para visitantes de toda Colombia y del mundo, igualmente, se traduce en grandes responsabilidades, ligadas al vislumbramiento de una sociedad posconflicto, que haría aún más atractiva la localidad. (Municipio Los Santos, 2016b)

7.1.2 Población. Según el censo 2018 desarrollado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE, el municipio de los Santos cuenta con 5942 unidades de vivienda, y una población de 12433 habitantes.

Política y administrativamente el municipio está conformado por su cabecera municipal o suelo urbano y el área rural dispersa integrada por 27 veredas registradas por parte del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (I.G.A.C.) las cuales han sido subdividas en sectores, en su mayoría con representación comunal. Se identifica además en el suelo rural 2 asentamientos o centros poblados rurales, la población flotante es de 6450. (Municipio Los Santos, 2016b).

7.1.3 Población área urbana. El casco urbano del municipio de Los Santos se localiza al sur del municipio, tiene un área de 22,74 hectáreas, distribuido en 33 manzanas, subdivididas en 340 viviendas; cuenta con una población de 1899 habitantes. (Municipio Los Santos, 2016b).

7.1.4 Población área rural. El área rural está conformada por 2338 viviendas, tiene una superficie de 24177 Hectáreas distribuidas en predios rurales, mejoras, condominios (parcelaciones), predios estatales y mejoras estatales y cuenta con una población de 10286 habitantes. (Municipio Los Santos, 2016b)

Los escenarios territoriales identificados dividen el territorio en las siguientes zonas. (Municipio de Los Santos, 2015):

- Zona Centro: abarca la cabecera municipal y las veredas cercanas más estrechamente relacionadas con ella, como: El Pozo, Garbanzal, Teres, Laguna Alta, Laguna Baja, Quebrada El Santo, Diamante, La Loma, La Peña, Delicias, Guamito, La Mojarra.
- Zona Chicamocha: abarca los escarpes y las laderas que descienden por el oriente y el suroriente hasta el cañón del Chicamocha, comprendiendo las veredas: El Tabacal, San Rafael, El Carrizal, Salazar.

-
- la Mapoteca**
Tecnología a su alcance
- MUNICIPIO DE LOS SANTOS**
- CONVENCIONES**
- Vía Nacional
 - Vía Transitable
 - Río / Quebrada
 - Equipamiento
 - Alcantarado
 - Escuela
 - Puesto de Salud
 - Tratamiento de Sólidos
 - Matadero
 - PTAF
 - Distancia Vía del
 - VEREDA**
 - Municipios Colindantes
 - Municipio**
- Escala 1:100,000
1 centímetro equivale a 1000 metros
- 0 1000 2000 3000 metros
- Según el Censo de Población y Vivienda 2008
Origen: Dirección General de Estadística y Censos
Elaboración: M. A. 2010
Distribución: G. C. 2010

Figura 5. Escenarios territoriales. Adaptado de atlasdesantander.blogspot.com/2010/06/los-santos.html

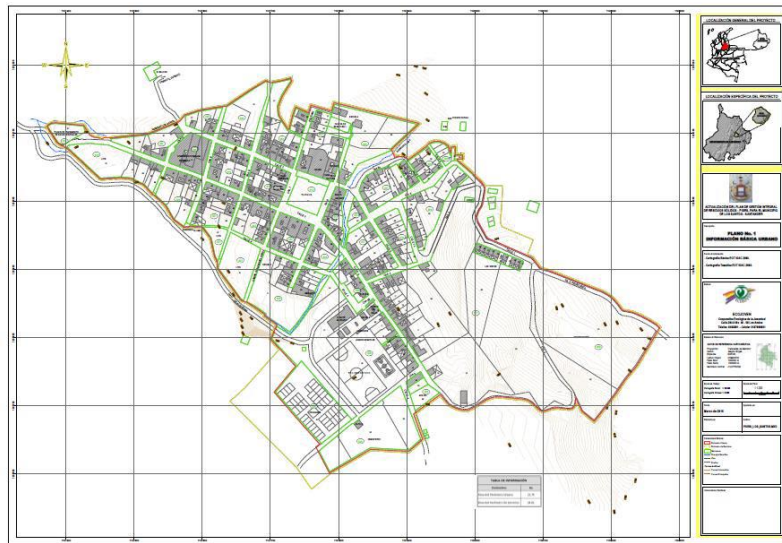


Figura 6. Mapa básico rural. Adaptado de Esquema de ordenamiento territorial a través del PDM 2016-2019

Tabla 4. Veredas del Municipio Los Santos.

Vereda	Vereda	Vereda	Vereda
1. Vereda La Purnia	5. El Potrero	13. La Loma	21. Majadal Bajo
1.1. Sector Guáimaro	6. El Pozo	14. La Mojarra	22. Paso Chico
1.2. Sector La Loma Purnia	7. El Tabacal	15. La Peña	23. Regadero alto
1.3 Sector Piedra del Rayo	8. El Verde	16. Laguna	24. Regadero Bajo
1.4 Sector Purnia Nueva	9. Espinal Alto	17. Las Delicias	25. Rosa Blanca
2. Carrizal	10. Espinal Bajo	18. Llanadas	26. Salazar
3. El diamante	11. Garbazal	19. Los Teres	27. San Rafael
4. El Guamito	12. La Fuente	20. Majadal Alto	

Nota. Mapa de ordenamiento territorial a través de Plan de desarrollo 2016-2019.

7.2 Clasificación del suelo

El Esquema de Ordenamiento Territorial clasifica el suelo para el Municipio de LOS SANTOS en: suelo urbano, suelo de expansión urbana, suelo rural, suelo suburbano y suelo de protección de conformidad con los criterios establecidos en la Ley 388 de 1997 capítulo IV, artículos 30 al 35.(Municipio de Los Santos, 2015).

Tabla 5. *Clasificación del suelo Municipio de Los Santos*

Suelo	Área (Ha.)
Suelo urbano	19,02
Suelo de expansión	64,50
Suelo rural	11.494,17
Suburbano	4.524,66
Poblados rurales	-
Protección	12.371,92
Área total	28.474,27

Nota. (Los Santos, 2012)

7.2.1 Suelos urbanos. Corresponde a las áreas del Municipio destinadas o cuya función es la de usos urbanos, que cuenta con infraestructura vial y redes primarias de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado, energía, posibilitando su urbanización y construcción. En el municipio se definen como suelo Urbano las áreas delimitadas en la Cabecera Municipal.

7.2.2 Suelo urbano cabecera municipal de Los Santos. El perímetro urbano de la cabecera municipal de LOS SANTOS, delimitado en las cartas catastrales del IGAC, se amplía incorporando las edificaciones al nor-orienté sobre la vía principal de acceso (calle 1), y los terrenos sobre la vía al cementerio Carrera 3 adjunto a los Guanes, considerando los siguientes aspectos. (Los Santos, 2012):

- Lo definido por la Ley 388 de 1997 Capítulo IV, Artículo 31. (El perímetro urbano es menor e igual al perímetro de servicios).
- El mapa urbano con su perímetro fue presentada a la comunidad en el taller de formulación, reunión donde no se planteó ninguna objeción a este respecto.

El perímetro urbano queda acotado por el perímetro sanitario, el cual corresponde a la línea que determina la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado y energía en condiciones de continuidad, calidad y presión. Los límites que determinan el suelo urbano se presentan en los de clasificación del territorio y modelo Urbano.

7.2.3 Suelo de expansión cabecera municipal. Corresponde a la porción del territorio destinada a la expansión urbana, la cual por sus características presenta potencial para ser habilitados para uso urbano, durante la vigencia del Esquema de Ordenamiento territorial.

Para el Esquema de Ordenamiento Territorial, vigente desde el año 2003, los terrenos e inmuebles definidos como áreas de expansión del suelo urbano de la cabecera municipal de LOS SANTOS, se encuentran ubicados en:

ZONA 1: Localizada al sur -oriente, sobre la vía a El Pozo, se define una vocación urbana con énfasis en vivienda de interés social con sus respectivos equipamientos complementarios.

ZONA 2: Ubicada al nor- oriente del área urbana está delimitada entre la Quebrada Las Gachas, el sector de la Piscina, Parcelación Idesan, la vía de acceso principal; se define una vocación urbana con énfasis en vivienda con sus respectivos equipamientos complementarios.

7.2.4 Suelo rural. La clasificación de suelo rural corresponde a las zonas que serán destinadas al desarrollo de actividades agrícolas, pecuarias, forestales, explotación de los recursos naturales y actividades análogas, bajo normas y restricciones que eviten la aparición de actividades que deterioren el medio ambiente. (Los Santos, 2003c)

7.2.4.1 Categorías del suelo rural. Con el objetivo de orientar la ocupación del territorio, se definen las siguientes categorías para el suelo rural del municipio: áreas agropecuarias, áreas agroforestales, área forestal y área minera.

Tabla 6. *Categorías del suelo rural. Los Santos*

Grupo	Ubicación	SIMB	Has.
Áreas Agropecuarias			4.255,4
Cultivos Limpios	Esta unidad se localiza en la parte plana de las Veredas La Mesa, La Laguna	CL	667,20
Cultivos Semilimpios	Se encuentran localizadas en las veredas: La Mesa, Carrizal, Tabacal, Majadal, Garbanzal, Los Teres y La Laguna.	CS	1.579,85
Cultivos Densos	Se encuentra localizado en las Veredas: Rosa Blanca, Guamito y Delicias.	CD	2.008,35

Tabla 6. (Continuación)

Grupo	Ubicación	SIMB	Has.
Area Agroforestal			2985.62
Sistemas Agrosilvopastoriles	Se encuentra localizadas en las veredas: La Purnia, Piedra del Rayo, El Potrero, Llanadas, El Pozo, La Peña, La Mojarra, Salazary San Rafael.	SASP	2985.62
Area Forestal			4.255,96
Bosque Productores	Esta unidad se localiza hacia las veredas: Garbanzal, Los Teres, Laguna Alta, La Loma, Regadero, Espinal, Potrero	BPt	4.255,96
Suelos Mineros			8.842,61*
ZONA DE ACTIVIDAD MINERA			
Áreas de Producción Minera.	Ubicadas al sur del municipio sobre los cañones de los ríos Suárez y Chicamocha.	ZM	4.122,11*
	Zona De Actividad Minera En Áreas Ambientalmente Sensibles.	ZM-A	4.720,50*
Suburbanos			4.524,66
Suburbano	Suelos Suburbanos De Parcelaciones Campestres	SSU	4.524,66
	Suelo Suburbano De Manejo Especial I, II.		
Poblados rurales	Asentamiento Barrio Majadal		-
	Asentamiento Barrio San Miguel.		

Nota. EOT 2003.

7.2.5 Suelos suburbanos. Los suelos suburbanos constituyen esta categoría las áreas ubicadas dentro del suelo rural, en donde se interrelacionan los usos del suelo urbano con el rural y que pueden ser objeto de desarrollo con restricciones de uso de intensidad y densidad de manera que se garantice el autoabastecimiento de servicios públicos domiciliarios. Dada las características se definen dos categorías. (Los Santos, 2003c):

7.2.5.1 Suelos suburbanos de parcelaciones campestres. En el municipio se definen en esta categoría a las áreas delimitadas en las veredas El Verde, Tabacal, Majadal, Carrizal, La Fuente, para el desarrollo de parcelaciones recreativas. (Ver reglamentación componente rural.)

7.2.5.2 Suelo suburbano de manejo especial. Corresponde a las áreas de uso mixto entre parcelaciones y avícolas, cuya tendencia debe propender por una producción limpia. Los cuales se subdividen en Suburbano de Manejo Especial I, localizado en la Vereda Carrizal y Suburbano de Manejo Especial II, ubicados en la vereda Majadal, El Verde y la Fuente.

7.2.5.3 Poblados rurales. Se define como poblados rurales a los asentamientos del barrio Majadal y San Miguel. (Los Santos, Esquema de ordenamiento territorial, 2003c).

7.2.5.4 Suelo de protección. Está constituido por las zonas y áreas de terrenos localizados dentro de la categoría de suelo urbano o suelo rural, que, por sus características geográficas, paisajísticas o ambientales, o por formar parte de las zonas de utilidad pública para la ubicación de infraestructuras para la provisión de servicios públicos domiciliarios o de las áreas de amenazas o riesgos no mitigables para la localización de asentamientos humanos, tienen restringida la posibilidad de urbanizarse. Se definen las zonas así. (Los Santos, 2003c):

Tabla 7. *Suelos para la conservación y protección de los recursos naturales*

Suelos para la conservación y protección de los recursos naturales				
Áreas Forestales Protectoras				
Bosques Protectores	Se presentan pequeñas áreas localizadas en las veredas la mesa y carrizal.	BP	137.36	0.48
Vegetación natural arbustiva. Rastrojo Alto.	Esta unidad se localiza principalmente en forma de manchas que acompañan el curso de las cañadas en cortos tramos.	Ra	789.17	2.77
Bosque de Galería	Esta unidad se localiza principalmente en los márgenes de la Quebrada Santera o Paso Grande	Bg	151.17	0.53
Áreas de protección hídrica.				
Áreas de rondas cauces quebradas, corrientes hídricas y microcuencas abastecedoras de acueductos. (Áreas de Protección Hídrica)	Se encuentran localizadas en áreas dispersas por todo el municipio, y en la margen de las fuentes hídricas permanentes o no.	1.1.1.1.1. PH	649.82	2.28
Zona Con Tendencia A La Aridez				
Áreas de Protección Absoluta	Esta zona está localizada hacia el sur y occidente del municipio hacia las laderas de los ríos Chicamocha y Sogamoso en las veredas: San Rafael, Salazar, La Mojarra, La Peña, Pozo, Laguna Baja, Regadero, La Loma, El Potrero y la Purnia.	PA	5373.61	18.87
Áreas de conservación.				
Conservación Vegetación xerofítica	La unidad se localiza en las laderas y vertientes de los ríos Sogamoso y Chicamocha situadas en las partes bajas de las veredas san Rafael, Mojarra, la Peña, Pozo, Garbanzal, Laguna Baja, La Loma, Regadero, Espinal, el Potrero y Purnia.	1.1.1.1.2' x	5270.79	18.51

Nota. EOT 2003.

7.3 Ordenamiento territorial municipal

El Esquema de Ordenamiento Territorial generado mediante proyecto de acuerdo 033 de diciembre 30 del 2003, establece estrategias territoriales que constituyen el conjunto de acciones integrales en los diferentes subsistemas: ambiental, económico, funcional, social y político administrativo, que deben desarrollarse sobre el territorio, y consolidar la visión del futuro definida, a través de la ocupación y el aprovechamiento del suelo municipal. Se definen objetivos modelo territorial, centrados en:

- Vigorizar los espacios de participación comunitaria para consolidar la convivencia pacífica y el desarrollo integral del municipio.
- Establecer un manejo integral del recurso hídrico disponible tanto en las corrientes, niveles freáticos superficiales y profundos, para el consumo humano y la producción agropecuaria, a partir de acciones que se encaminen a la protección, recuperación, conservación, almacenamiento y uso, para lograr un desarrollo sostenible oferente de biodiversidad y agua.
- Planificación integral y especialización del territorio para la ocupación, manejo y aprovechamiento del suelo a fin de fortalecer la economía y la dinámica funcional de manera armónica en todo su conjunto.
- Fortalecer acciones que mejoren las fases de producción agropecuarias que conlleven hacia el mejoramiento como sector de la economía municipal, dentro de un marco de productividad y competitividad, ambientalmente sostenible.

- Diseñar, planear y ejecutar proyectos de infraestructura encaminados a suplir las necesidades básicas de la población mediante la prestación de servicios públicos que contemplen planes para la mitigación de los efectos contaminantes de las fuentes de agua y el suelo.
- Incentivar y Vigorizar la identidad del municipio como destino turístico con los municipios de la región.
- Consolidar la integración y asociación con otros municipios y entidades de diverso orden territorial para la formulación, ejecución y gestión de proyectos de interés Subregional.

Sin embargo, aún el esquema de ordenamiento no ha sido actualizado, por lo que la única herramienta de ordenamiento territorial del municipio ha venido siendo los planes de desarrollo que con vigencias 2012-2015 y 2016-2019, definen las políticas municipales para el manejo del territorio, dando continuidad al esquema de ordenamiento, pero con acercamiento a la realidad territorial de la región.

Para el plan de desarrollo 2012-2015 del municipio, se propone a partir de la aplicación del modelo PER-ES, correspondiente a una adaptación del modelo PER (Presión – Estado – Respuesta), de Naciones Unidas al enfoque ecosistémico de la gestión urbana, un diagnóstico por escenarios territoriales y sectoriales, como herramienta para analizar el desarrollo y para planificar y evaluar la gestión del municipio, modelo que venía siendo desarrollado en el Esquema de ordenamiento 2003 (Camargo, 2002), bajo el enfoque eco sistémico del desarrollo sostenible. Así mismo, este documento, establece los criterios para la ocupación y aprovechamiento del suelo municipal; la clasificación del territorio municipal; la delimitación de las áreas de reserva para la conservación y protección del medio ambiente y los recursos naturales; la determinación de los sistemas estructurantes y las piezas o áreas estratégicas del territorio municipal, la articulación

regional, subregional y su manejo. Dentro del documento se adopta el texto “Los santos será un espacio de convivencia, paz y equilibrio social, donde la participación de la comunidad, conduzca al desarrollo eco turístico, agroecológico, pecuario, con sistemas productivos adecuados a su potencial físico biótico, con una minería sostenible, que busquen el desarrollo integral de sus habitantes”, como visión para el municipio, la cual se convierte en la base de los objetivos del modelo territorial definido para los próximos doce años y la cual formula las políticas de los determinantes del ordenamiento de éste territorio.

Actualmente, el municipio de Los Santos encuentra sus políticas y estrategias de desarrollo territorial ancladas a las actividades económicas que se desarrollan en la región, desde las perspectivas de cada sector.

A partir del Plan de Desarrollo Económico y Social 2016-2019, se establecen EJES ESTRATEGICOS, que comprenden las cuatro dimensiones de la planeación del desarrollo: Social, Económica, Ambiental y Política.

El PDM “Los Santos con Agua Crece”, en armonía con el Plan Nacional de Desarrollo “Todos por un Nuevo País” y con el Plan Departamental de Desarrollo “Santander Nos Une”, precisa 4 Ejes Estratégicos, cada uno en coherencia con cada dimensión (Municipio Los Santos, 2016a). Son ellos:

- 1- Con Agua el Bienestar Social Crece
- 2- Crecimiento y Desarrollo Económico Productivo
- 3- Medio Ambiente y Gestión de Riesgos
- 4- Equidad, Ahorro e Inclusión Política y Ciudadana



Figura 7. Ejes estratégicos. Adaptado de Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019 – Los Santos con Agua Crece – Eje 3 – Medio Ambiente y Gestión del Riesgo.

7.4 Análisis del componente ambiental en el municipio

El Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019 establece como su eje estratégico 3: Medio Ambiente y Gestión del Riesgo, y define allí el direccionamiento de objetivos y acciones dentro de 3 programas denominados: Organizados para prevenir y atender desastres, Ambiente sostenible para un desarrollo sustentable y Acciones para mitigar el cambio climático, en los cuales se busca obtener resultados proyectados a gestión del riesgo, desarrollo sostenible y mitigación del cambio climático.

En este documento, para el Sector Ambiental, se describe que se mantienen instrumentos de planeación que involucran a la autoridad ambiental CAS, la cual mediante la resolución N.º 000999, de octubre 13 de 2011, aprobó el plan de saneamiento y manejo de vertimiento del municipio, por el término de (10) años, para dar cumplimiento a la Resolución N.º 1433, de

diciembre 13 de 2.004. Sin embargo, la administración municipal no cuenta con estudios técnicos de riesgo, amenazas y vulnerabilidad actualizados; sólo hasta 2012, mediante Decreto N°28, en el municipio de Los Santos, se conformó y organizó el consejo municipal de Gestión del Riesgo, para dar cumplimiento a la Ley 1523 de 2.012.

Según lo establecido en la Ley 388 de 1997 o ley orgánica de ordenamiento territorial, la integración del ordenamiento territorial y ambiental, permite a los municipios armonizar sus metas con el gran objetivo, nacional y mundial, el cuidado y la preservación del medio ambiente, es esencial y necesario para fundamentar. (Municipio Los Santos, 2016b).

7.5 Condiciones ambientales actuales de la región

7.5.1 Asociadas al desarrollo económico. Para las administraciones municipales es de suma importancia identificar los problemas ambientales asociados a las actividades productivas asociadas al desarrollo de la región. En el municipio de Los Santos se encuentran plenamente identificados, como también sus agentes causales y sus graves efectos de la problemática, todos estos componentes han sido claramente identificados teniendo en cuenta las principales actividades económicas que se desarrollan en el municipio las cuales hacen parte aquellas del sector primario tales como actividades agrícolas dentro de las cuales se destacan los cultivos de tabaco, tomate, pimentón, frijol, patilla entre los más importantes, el sector avícola renglón de importancia a nivel departamental y nacional, y el sector minero que es catalogado como una de las principales fuentes de ingresos del municipio por sus volúmenes de producción y la riqueza en minerales que el municipio posee. Dentro del sector terciario de la economía se destaca el sector turístico representado en las parcelaciones de tipo recreativo que se desarrollan en la llamada Sector Mesa

de Los Santos en donde sus condiciones de clima, tranquilidad y paisaje han permitido desarrollar un modelo de crecimiento para los habitantes del área metropolitana que encuentran en esta zona un lugar para el descanso y la recreación. Partiendo de esta identificación es que a nivel de políticas municipales se han enfocado los principales objetivos y acciones, requiriendo de un esfuerzo presupuestal por parte de la administración para encaminar acciones correctivas enmarcadas en Planes, programas y Proyectos de gestión ambiental ejecutados con amplia participación comunitaria y a los cuales se les haga seguimiento y monitoreo y que propendan por un desarrollo sustentable, creación y fortalecimiento de una cultura ambiental. (Municipio Los Santos, 2016a).

7.5.2 Asociados al Cambio Climático. El servicio público que más preocupa a los habitantes del municipio es el de acueducto, que tiene su referencia principal en el embalse que recoge el fluido de la quebrada La Cañada, originada en el levantamiento de un tanque de almacenamiento que luego de treinta años de funcionamiento fue adecuado a presa, recibiendo una intervención en 1987 para ampliar su capacidad. (Municipio Los Santos, 2016b).

El servicio llega a gran parte de la población, pero se torna insuficiente en temporadas de verano y la calidad del agua provista no cumple con las condiciones mínimas para consumo humano. En atención a esta situación, estudios existentes identificaron la presencia de factores como la instalación de derivaciones en el recorrido de la quebrada y la deforestación absoluta del lugar de nacimiento y de trayecto de la fuente hídrica del embalse, situaciones que requieren de una acción para mantener y mejorar niveles de cobertura y así mismo rediseñar las líneas de conducción y hacer mantenimiento y limpieza de la represa y los ductos o aplicar filtración que habilita el agua para el consumo. (Municipio Los Santos, 2016c)

Las principales causas y efectos de la problemática arriba descrita se resumen en el siguiente diagrama PER-ES, que explica mediante un esquema sintético las variables que intervienen en el problema de agua en el municipio de Los Santos.



Figura 8. Diagrama síntesis de problemática del agua a nivel local. Adaptada de Alcaldía municipal. 2012. P.15.

La mayor parte del territorio es deficitaria en agua todo el año e incluso en las partes altas se presenta un déficit hídrico estacional muy marcado, de enero a marzo.

En materia de Salud, se han reportado e incrementado los casos de diarrea, fiebres, vómito y erupciones en la piel en la población infantil por consumo de aguas de acueductos veredales y Jagüeyes sin garantía de potabilización ante la necesidad de consumo y el incremento del calor; se puede afirmar que el cambio climático ya afecta y seguirá afectando indirectamente la prestación del servicio de salud. Colateralmente el empobrecimiento de las familias campesinas originada por las bajas producciones y en alto porcentaje la pérdida total de sus cosechas, ha generado hambre y

el mes de febrero de 2016 fueron identificados por las autoridades de salud 63 casos de niños con problemas de desnutrición y 24 casos fueron reportados como graves. La Educación ha sido igualmente afectada, el racionamiento y en algunos casos especialmente en el sector rural, la falta de suministro de agua ha llevado a que, en determinados sectores más severamente afectados por la deficiencia de agua, no se impartan clases en determinados días. El Servicio de Aseo puede entenderse de afectación por el cambio climático si se considera que la disposición en sitios no categorizados como lo está haciendo el municipio de los Santos, incrementa las emisiones de gases contaminantes, estas emisiones, aceleran cada vez más el cambio climático, De igual forma las aguas residuales de fuentes domésticas y comerciales si no son tratadas y eliminadas con los sistemas técnicos y ambientales recomendados, incrementan las emisiones de gases que aceleran el cambio climático, la PTAR del Municipio funciona en un 50% en la actualidad. A corto o mediano plazo no se prevé que servicios como Transporte, Aseo y Alcantarillado puedan verse afectados; pero a futuro de continuar estos escenarios de Cambio Climático, todos los servicios serán mayormente afectados.

7.5.3 Actividades económicas que pueden verse afectados por eventos de origen climático actuales o futuros. Las actividades agrícolas y pecuarias del Municipio de los Santos, están siendo fuertemente impactadas por los efectos del cambio climático y el fenómeno del niño, el cual típicamente reduce las precipitaciones y aumenta la temperatura promedio, es así como se ha presentado una fuerte disminución de las precipitaciones y una drástica disminución del recurso hídrico en los reservorios de agua (jagüeyes), utilizados para el riego de cultivos y abrevadero de ganado lo que ha ocasionado una baja sensible en sus rendimientos y pérdida total de cosechas con

la consecuente merma en los ingresos y por ende disminución de la calidad de vida de las familias campesinas.

La Industria avícola y la construcción de cabañas en las parcelaciones, asentadas en la Sector Mesa de Los Santos, zona en donde es menor el déficit de agua respecto al resto del Municipio, han sido actividades económicas igualmente afectadas por el cambio climático al registrarse en su territorio una fuerte disminución de las precipitaciones, olas de calor y una severa disminución del caudal de las fuentes hídricas ocasionada por efectos del fenómeno del niño. Tradicionalmente estas actividades económicas, acaparan, desperdician y contaminan los caudales de las partes altas y medias agudizando el desabastecimiento y la crisis social de las partes medias y bajas, para suplir el abastecimiento de agua para consumo de las aves han tenido que acudir a la compra de agua en carros cisterna y no obstante de estas limitaciones, las urbanizaciones continúan utilizando el agua para el riego de prados y jardines en las parcelas que permanecen deshabitadas la mayor parte del año, violando flagrantemente la normatividad sobre el uso prioritario del recurso agua, mientras las comunidades campesinas de las partes bajas de cada micro-cuenca sufren de una escasez crónica que les impide regar sus cultivos, sostener sus animales y preparar sus alimentos, lo cual pesa sustancialmente en su situación de pobreza extrema y desnutrición.

La Actividad Turística también ha venido sufriendo los efectos del Cambio Climático y del Fenómeno del niño, todo el comercio establecido en el Eje Turístico Piedecuesta, Sector Mesa de Los Santos, Panachi, padece desabastecimiento de agua y han tenido que acudir al suministro por carros cisterna, cuyo costo es bastante elevado, disminuyendo de esta forma sus ingresos y rentabilidad de sus negocios. Las Piscinas son alimentadas del recurso agua con este mismo medio y los grandes Lagos utilizados para recreación y deportes náuticos han sufrido drástica disminución

de sus niveles que en muchas ocasiones han llevado al cierre para prestación de servicios a los turistas en detrimento de la sostenibilidad financiera de estos complejos turísticos.

La industria minera de importancia económica es la actividad que menos afectación tiene y tendrá a futuro por efectos directos o indirectos de eventos de origen climático, pues en su proceso de extracción, arreglo, manejo y transporte no se requiere del recurso agua, la problemática que si es palpable es el incremento en los procesos de desertificación de los suelos. Otro evento de origen Climático como el Fenómeno de la Niña, originaría aumentos en las lluvias que sumados a los cambios en el uso del suelo puede acelerar los procesos erosivos del recurso suelo, incrementar la posibilidad de deslizamientos, afectación de acueductos veredales y daño de la infraestructura vial especialmente en el área rural.

En cuanto a los Ecosistemas estratégicos, el municipio de Los Santos tiene identificados los ecosistemas estratégicos para la provisión del recurso hídrico para sus acueductos urbano y rurales, cuenta con dos fuentes hídricas de su propiedad; la represa los Pozos y la represa la Cañada, ésta última cuyo nacimiento se encuentra reglamentada; actualmente para la represa Los Pozos se encuentra en trámite el permiso ante la Corporación Autónoma Regional de Santander CAS.

En general se visualiza a través de la información recopilada, y los análisis realizados que sin excepción todos los ecosistemas estratégicos han sido fuertemente intervenidos por la acción antrópica, pero ante la grave situación por el déficit de agua, se hizo necesario fortalecer acciones de sensibilización a la comunidad enfocadas al aprovechamiento responsable y uso racional de los recursos naturales, lo que a mediano plazo con programas educativos ambientales que se promuevan de éste tipo, y la generación de una cultura ambiental sobre el cuidado y conservación de los mismos, se logre alcanzar un desarrollo económico sustentable. Con el fin de mitigar el impacto generado por la actividad del hombre en la región, dando cumplimiento a lo establecido

en el decreto 953 de 2013, el municipio destina el 1% de los ingresos de libre destinación para la adquisición, mantenimiento y conservación de áreas estratégicas; actualmente se han adelantado acciones correspondientes a adquisición de predios de interés estratégico para el Municipio. Dado que la materialización de este tipo de estrategias integra decisiones de diferentes niveles de la administración municipal, el municipio ha estado impulsando la un Vivero, el cual en el año 2012 y 2013 entregó más de 20.000 (veinte mil) árboles nativos de la región, estos árboles se entregaban totalmente gratis previa visita al predio para verificar elaboración de los huecos, sin embargo, por el intenso verano y la grave situación de falta de agua el vivero no pudo seguir funcionando. Sin embargo, se han venido adelantando reforestaciones en la escuela rural el regadero y quebrada la Cañada, jornadas de limpieza, extracción y desmonte de material depositado sobre las riberas de la quebrada el limo. (Fuente. Informe de Gestión-Empalme).

7.5.4 Asociados con la cultura ambiental ciudadana. El Plan de desarrollo 2016-2019, ha identificado problemas ambientales asociados con la cultura ambiental ciudadana directamente relacionados con el manejo domiciliario de los servicios públicos; en el caso del suministro de agua, la comunidad mantiene un deficiente suministro de este recurso, y cuando tiene oportunidad de disponer del mismo, no controlan su consumo y en muchas ocasiones se utiliza para regadío de jardines y en las parcelaciones para el regadío de prados. No existe organización y participación ciudadana en temas de educación y mejoramiento ambiental, y la CAS como autoridad ambiental es la única entidad que ejerce control, juzga e impone sanciones a los infractores que hacen aprovechamiento y uso indebido de los recursos naturales y contaminan el medio, sólo cuando la comunidad denuncia los infractores. (Municipio Los Santos, 2016a).

Con respecto al manejo de los residuos sólidos generados en la región, la comunidad no aporta un accionar efectivo para la implementación del reciclaje y reutilización de residuos sólidos ni para el aprovechamiento del material orgánico para la producción de abonos compostados en el sitio de disposición final, al no hacer separación de los mismos en sus hogares. (Municipio Los Santos, 2016a). El relleno sanitario del municipio mantiene su operación, y ha implementado algunas rutas de reciclaje para incentivar la separación en la fuente. El vehículo destinado para tal fin, recorre las diferentes veredas del municipio en horarios establecidos, para que la población residente realice la separación de los residuos que genera. En algunas épocas del año, debido a la importancia turística de la zona, donde la población flotante aumenta considerablemente, la cantidad de residuos generados aumentan, por lo que las rutas de recolección aumentan su periodicidad, incluyendo la recolección de residuos aprovechables.

7.5.5 Uso sostenible de la biodiversidad y sus servicios en la región. La industria Turística gira sobre el eje vial Piedecuesta, Sector Mesa de Los Santos, Panachi, donde han identificado y aprovechan el uso sostenible de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, generando desarrollo y empleo; se ha identificado a la Granja El Roble en donde se tiene como principal atractivo mostrar a sus visitantes la producción sostenible de café orgánico, así como los complejos turísticos Acuarela y Mi Colombia Querida con el aprovechamiento del recurso hídrico y sus paisajes ecológicos. Sin embargo, estas oportunidades ya identificadas en el casco urbano y la zona de tierras bajas que igualmente cuentan con atributos turísticos naturales y culturales, no ha sido posible aprovecharlas por falta de una oferta turística en términos de infraestructura, servicios y comercio que jalone el flujo turístico fuera del eje. (Municipio Los Santos, 2016a).

El plan de desarrollo 2016-2019 cuantifica la inversión en el sector ambiental, mostrando en la imagen cómo el crecimiento promedio anual de la inversión fue del 46%; sin embargo, la inversión total promedio durante el cuatrienio para el sector Ambiente solo representa el 0.76% del total de la inversión del Municipio, es decir que ni siquiera en cumplimiento con lo establecido en el Decreto 953 de 2.013, destina el 1%, de los ingresos de libre destinación para la adquisición, mantenimiento y conservación de áreas estratégicas. Teniendo en cuenta este análisis realizado, es evidente que la inversión representa un eje que puedo o no lograr optimizar la gestión ambiental en la región.

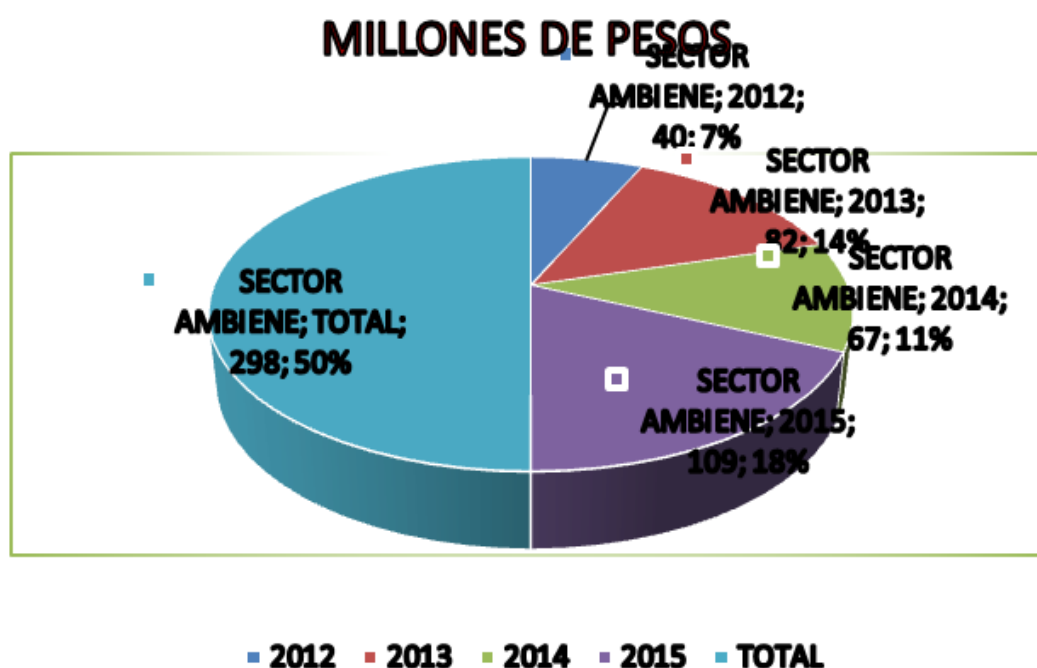


Figura 9. Inversión sector ambiente. Adaptado de Informe fiscal Tesorería Municipal Los Santos.

7.5.6 Mitigación de gases efecto invernadero (GEI). En la Industria de la Minería donde el proceso de calcinación de la piedra Caliza para la producción de cal viva y cal dolomítica genera CO₂ o gas carbónico mediante normas expedidas por las autoridades Municipales en concordancia

con la normatividad vigente, podría regular su producción. Actualmente se encuentra contratada la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales PTAR, con base en la elaboración e implementación del plan maestro de acueducto y alcantarillado. Los Centros poblados rurales Barrios San Miguel, Majadal y Mercado Campesino que vierten su aguas residuales a Pozos sépticos y Cámaras de Oxidación, tienen serios problemas de contaminación que fueron presentados por la comunidad en las mesas de concertación llevadas a cabo por la administración municipal para la formulación del PDM, claman por la construcción y puesta en funcionamiento de las PTAR en sus asentamientos que permitan minimizar las emisiones de Gases Efecto Invernadero GEI que aceleran el cambio climático. Erradicar como práctica tradicional las quemas de malezas y residuos de cosecha, Mediante campañas educativas de sensibilización ambiental orientadas a pequeños y medianos productores agropecuarios de veredas donde tradicionalmente se efectúan, cuya combustión al aire libre libera humo y emisiones de Gases Efecto Invernadero.

7.5.7 Modelos energéticos más sostenibles y respetuosos con el medio ambiente. En el componente programático del PDM 2016 - 2019 se formularán proyectos de cofinanciación para la implementación de Energías alternativas, especialmente, Eólica y solar, que beneficien a la población rural que no cuenta con Energía Eléctrica, como segundo grupo beneficiario personas del estrato 1 y 2 focalizados debidamente de acuerdo al nivel de pobreza en que se encuentren.

7.6 Escenario de los recursos suelo y aire en el municipio

La deforestación representa la principal consecuencia de la degradación de la vegetación, el paisaje y la alteración de las características del suelo del sector, teniendo en cuenta que prácticas como la

quema ha generado procesos erosivos y desgaste de este recurso. La masa forestal de la zona que cubría casi la totalidad del territorio ha desaparecido, adicionalmente debido al acelerado crecimiento urbanístico debido a la importancia turística del municipio. (Los Santos, 2012).

El Municipio de los Santos en los últimos tres años ya viene sufriendo los efectos del cambio climático al registrarse en su territorio una fuerte disminución de las precipitaciones, intensas olas de calor y una severa disminución del caudal de las fuentes hídricas ocasionada por efectos del fenómeno del niño, lo cual ha afectado directamente la prestación del servicio de Acueducto, ya que se presentan racionamientos en el suministro de agua tanto en área Urbana como en el sector rural, por lo que el municipio ha tenido que acudir en varias ocasiones al uso de carros cisternas y entrega de agua en bolsas para atender esta emergencia con cierta periodicidad con el apoyo del Departamento, el Ejército y la Empresa Privada que se han vinculado a la solución de esta emergencia. (Municipio Los Santos, 2016a).

Los Santos ha mantenido su desarrollo agrícola a pesar de la influencia turística en ciertos sectores; el cultivo tradicional del tabaco, en las partes bajas y medias, junto con la ganadería extensiva en las partes altas han sido los principales factores de degradación ecológica. El paisaje habitual está marcado por una erosión y una aridez que son principalmente antrópicas, aunque tan antiguas que casi toda la población las considera naturales. Dentro de las actividades actuales que se desarrollan en la zona se encuentran la avicultura y la suburbanización, sectores que acaparan, desperdician y contaminan los caudales de las partes altas y medias agudizando el desabastecimiento y la crisis social de las partes medias y bajas. La sequedad permanente o estacional, se une al tráfico pesado del turismo, la agroindustria y la minería generando una fuerte contaminación por polvo (partículas finas en suspensión) a lo largo de los corredores viales. (Los Santos, 2012).

7.7 Integración de determinantes del ordenamiento, condiciones de sostenibilidad y características del municipio

El cuadro representa la integración de los conceptos que permiten evidenciar la relación entre los determinantes de la categorización territorial, las condiciones actuales del manejo de los mismos en el Municipio y la categorización de los aspectos dentro de las condiciones de sostenibilidad aplicadas a cada determinante:

Tabla 8. *Relación Determinantes del ordenamiento y condiciones de sostenibilidad*

Determinantes del		
Ordenamiento	Condición en el municipio	Condición de sostenibilidad
territorial		
<i>Uso sostenible de la biodiversidad y sus servicios en la región</i>	El Municipio mantiene estrategias de aprovechamiento y producción sostenible de café orgánico, así el aprovechamiento del recurso hídrico y sus paisajes ecológicos, en lugares estratégicos de la zona, en los cuales se cuentan con empresas constituidas que son reconocidas por la relevancia que le dan al manejo responsable de los recursos naturales dentro de sus predios, generando espacios para el concepto de servicios ecosistémicos dentro de la zona de análisis.	En cuanto a la sostenibilidad económica, social o ambiental, la permanencia de empresas que basan algunos de sus procesos en el manejo de ecosistemas y recursos naturales para impulsar bienes, servicios o productos, permite que se genere un equilibrio entre el aprovechamiento responsable de la biodiversidad y los recursos naturales y el desarrollo propio de la región.

Tabla 8. (Continuación)

Determinantes del		
Ordenamiento territorial	Condición en el municipio	Condición de sostenibilidad
<i>Escenario de los recursos suelo y aire en el municipio</i>	La calidad del aire y las características del suelo en la zona han evidenciado cambios debido a las formas de ocupación del territorio que se han modificado por el desarrollo propio de la región, crecimiento que genera la aparición de olores ofensivos producto de diferentes actividades económicas.	Aunque los sectores agropecuario y avícola en la región son económicamente sostenibles debido a que producen bienes y servicios que aportan el crecimiento de la zona, socialmente tienen dos condiciones que evidencian un comportamiento distinto, pues aun cuando generan empleo para la población de la región, a su vez afectan la sostenibilidad social al deteriorar la calidad de vida de los habitantes. Ambientalmente, la sostenibilidad presenta problemas debido al deterioro del recurso aire por la presencia de olores ofensivos afectando la percepción de un entorno en buenas condiciones.
<i>Establecer un manejo integral del recurso hídrico disponible</i>	En cuanto al manejo integral del recurso hídrico el municipio no cuenta con inversión que permita la conservación de las rondas hídricas de las fuentes de relevancia para la zona.	Teniendo en cuenta el déficit hídrico en la región por la falta de precipitaciones en ciertas épocas del año, la sostenibilidad ambiental evidentemente se encuentra afectada debido a la carencia de políticas específicas en la conservación, uso y aprovechamiento responsable del recurso.

Tabla 8. (Continuación)

Determinantes del Ordenamiento territorial	Condición en el municipio	Condición de sostenibilidad
<i>Ocupación, manejo y aprovechamiento del suelo a fin de fortalecer la economía</i>	La ocupación del territorio esta principalmente enfocado en el uso del suelo para el desarrollo de actividades agropecuarias y el desarrollo rural con la construcción de complejos turísticos y viviendas de uso recreacional.	Dentro del territorio, la afectación principal a la sostenibilidad ambiental específicamente se presenta por el crecimiento de la capacidad de ocupación de las granjas avícolas, y el incremento de las áreas de aprovechamiento pecuario, las cuales producto de sus procesos mantienen en aumento la cantidad de residuos generados ocasionando la aparición de olores ofensivos en algunas zonas de la región.
<i>Optimización de las fases de producción agropecuarias que conlleven hacia el mejoramiento como sector de la economía municipal</i>	Teniendo en cuenta el crecimiento de la capacidad productiva de los sectores avícola y pecuario en la zona, se evidencia carencia en el seguimiento y control de mejoras y estrategias que reduzcan los impactos ambientales generados durante los procesos de cada uno de estos sectores.	Aun cuando la sostenibilidad económica y social se ven ampliamente beneficiadas, por el aporte económico que los sectores avícolas generan a la región y el empleo que ofrecen a los habitantes, ambientalmente, la falta de inversión en producción limpia durante los procesos propios de granjas y ganadería extensiva, ocasionan la percepción de afectación de la calidad de los recursos en algunas zonas del municipio.

Tabla 8. (Continuación)

Determinantes del Ordenamiento territorial	Condición en el municipio	Condición de sostenibilidad
<i>Infraestructura proyectada a suplir las necesidades básicas de la población mediante la prestación de servicios públicos</i>	La prestación de servicios públicos como el abastecimiento de agua potable y manejo de aguas residuales se encuentra cubierta únicamente para la población del área urbana del Municipio. El área rural carece de cobertura en agua potable y manejo de vertimientos, por lo que en las zonas de crecimiento poblacional y desarrollo económico el municipio aún no cuenta con estrategias claras que permitan garantizar la prestación óptima de éstos.	En cuanto a la sostenibilidad, el contexto ambiental se convierte en el de mayor riesgo de afectación, teniendo en cuenta que la falta de cobertura en el servicio de agua potable para la población rural genera un uso irresponsable y un aprovechamiento inadecuado del recurso hídrico ocasionando agotamiento del mismo. En el caso de la falta de estrategias para la disposición y manejo de vertimientos, el suelo representa el recurso más afectado debido al manejo inadecuado de aguas residuales que la población ubicada en complejos turísticos y en predios de uso recreacional da.
<i>Municipio como destino turístico con los municipios de la región.</i>	El uso del suelo para fines de crecimiento urbanístico ha generado el crecimiento y desarrollo turístico que ha tenido la región. Debido a su cercanía con la capital Santandereana se ha convertido en el destino turístico más atractivo para la población de los municipios del Área metropolitana.	Tanto la sostenibilidad económica como social se han visto impactadas positivamente con respecto a este determinante, sin embargo, ambientalmente el crecimiento en la población flotante por efectos de la influencia turística del municipio en la región ha ocasionado el deterioro y agotamiento de algunos recursos naturales en la zona de estudio, así como la afectación en la calidad de algunos recursos y la biodiversidad.

7.8 Caracterización de los sectores productivos asociados a generación de olores ofensivos

Teniendo en cuenta la relevancia económica y turística que representa el Municipio de Los Santos para el departamento, y la expansión que algunos sectores han tenido dentro del municipio, es importante conocer la causa de la problemática y establecer posteriormente la relación directa con la percepción de olores ofensivos, los cuales para en contexto de la región se encuentran anclados directamente al desarrollo, explotación y aprovechamiento de la zona para actividades agropecuarias.

7.8.1 Contexto económico de la región. La definición de el/los sectores o actividades productivas y sus características, que por la generación de olores inherentes a su actividad ocasionan molestias, o producen conflictos dentro de la población del sector, requiere que se revise inicialmente el contexto económico de la región, ya que debido a su ordenamiento político se definen ciertos sectores económicos influyentes para cada sector del municipio.

Según el EOT 2003 del municipio de los Santos, las dimensiones ambiental y económica se encuentran directamente ligadas, teniendo en cuenta que los impactos ambientales y el manejo de los recursos naturales dependen del crecimiento económico de las regiones. Hace un tiempo Los Santos venía siendo una economía muy aislada y basada enteramente en sectores tradicionales primarios: agrícola, ganadero y minero, actualmente se ha convertido en una economía que no genera, sino que recibe un patrón dominante de desarrollo económico basado en procesos nacionales y regionales, establecidos en los siguientes factores (Los Santos, 2003d):

- La conexión de la minería con la inversión transnacional y los mercados globales.
- El crecimiento de la agroindustria basado en la transferencia de capitales de otras industrias a la ganadería y en el crecimiento propio de la avicultura local.
- El boom de la suburbanización de estratos altos, impulsada por el mercado inmobiliario del sistema metropolitano de Bucaramanga.
- El boom turístico en la región, jalonado por el auge de los deportes extremos, el ecoturismo y el megaproyecto turístico de Panachi.
- El crecimiento del comercio local en respuesta a las demandas generadas directa e indirectamente por los sectores antes mencionados. Este crecimiento sigue como una sombra al flujo turístico y se concentra en el circuito vial formado por Panachi – el Mercado Campesino de La Mesa – la vía de Piedecuesta. En medio de estos macroprocesos, la economía local muestra distintos grados de adaptación y respuesta:
 - Por una parte, la oferta de empleo formal e informal en el boom de la construcción ha absorbido gran parte de la mano de obra de la agricultura tradicional, mejorando los ingresos de muchas familias, pero precipitando la recesión de la agricultura misma.
 - El comercio se ha multiplicado sobre los principales ejes viales, especialmente en La Mesa y sobre la vía a Panachi.
 - No se registra en cambio, una oferta turística y comercial robusta que jalone el turismo hacia el pueblo de Los Santos y otros puntos del municipio, a pesar de los muchos atractivos naturales y culturales.

Los efectos socioeconómicos de este crecimiento en el desarrollo integral y económicamente sostenible de Los Santos son muy diversos:

- El rápido crecimiento en nuevos sectores ha brindado una alternativa importante de ingresos a la mano de obra dentro del territorio de los Santos, mitigando la pobreza endémica.

Partiendo del crecimiento del Sector Mesa de Los Santos, se presenta actualmente a partir de los factores arriba mostrados variaciones en usos del suelo, mayor demanda de los recursos naturales, y cambios en el uso de los mismos, partiendo de la premisa de que existen modificaciones en la economía agrícola que venía presentando la zona en mención, factores que afectan directamente la sostenibilidad ambiental.

Excepto algunos casos particulares, el manejo ambiental de las empresas en el territorio santero es muy deficiente, configurándose un comportamiento histórico de crecimiento basado en la depredación y la destrucción de los recursos naturales, con actividades económicas altamente dependientes de los mismos y sobre la base de ecosistemas y cuencas muy frágiles que ya han soportado siglos de degradación severa. La proyección más plausible apunta a una crisis ambiental grave con efectos sociales preocupantes en términos de riesgo, pobreza e insalubridad, sin contar el hundimiento de las actividades económicas más sensibles a la calidad ambiental, como la suburbanización y el turismo. (Los Santos, 2003d)

Entre los principales efectos ambientales de los cambios en curso se cuentan:

- El uso ineficiente del agua, se refleja en la pobre tecnología de captación, almacenaje, distribución y riego. Lo anterior se agrava por la violación a la prioridad normativa del uso: una parte importante del recurso se concesiona y se dedica al riego de prados y jardines en urbanizaciones que permanecen deshabitadas la mayor parte del año; mientras, las comunidades campesinas de las partes bajas de cada microcuenca sufren de una escasez crónica que les impide

regar sus cultivos, sostener sus animales y preparar sus alimentos, lo cual pesa sustancialmente en su situación de pobreza extrema y desnutrición.

- Al desperdicio del agua se suman los vertimientos con tratamiento nulo o deficiente. La mayor parte del crecimiento suburbano se basa en pozos sépticos y redes de infiltración. La densidad y la baja calidad técnica de dichas instalaciones, así como la falta del retiro correspondiente a los humedales y quebradas ya generan problemas notables de degradación de los ecosistemas e insalubridad.

- La contaminación por agroquímicos es uno de los problemas más graves, asociado principalmente a la agricultura tradicional del tabaco y las hortalizas. Los biocidas se aplican sin implementos ni medidas de seguridad, en concentraciones y mezclas contraindicadas, a barlovento de las viviendas, escurriendo a fuentes de agua y sin disposición adecuada de envases. Generaciones de agricultores creciendo en este medio altamente tóxico son uno de los principales problemas ambientales y sanitarios del municipio.

- El municipio es uno de los principales productores avícolas de la región y el país. Esto genera una alta producción de vertimientos que, en parte, no reciben el tratamiento reglamentario. Adicionalmente, la gallinaza se emplea masivamente para la fertilización de potreros en la ganadería local, generalmente sin cumplir las normas de compostaje y control de escorrentía, con lo cual se producen temporadas frecuentes de malos olores, contaminación de quebradas y proliferación de la plaga de mosca hematófaga. Estos son impactos serios sobre la calidad de vida y la salud pública; pero son más graves en un municipio turístico.

- El concepto de conservación de ecosistemas vitales es prácticamente inexistente: los remanentes de bosques nativos, las quebradas y los humedales son destruidos por la ocupación suburbana. Existe el concepto, bastante erróneo y peligroso, de que el agua puede ser asegurada

mediante embalses y reservorios menores, como si se pudiera prescindir de la regulación de la microcuenca misma: humedales, bosques, acuíferos y suelos bien conservados.

- La protección del paisaje o la concepción misma del paisaje como recurso a reglamentar y gestionar son, también, inexistentes. Partiendo de la invasión a los retiros viales con construcciones legales e ilegales, hasta la violación de las normas de densidad y la falta de armonía arquitectónica de la suburbanización, el principal recurso de un municipio turístico y residencial se destruye aceleradamente.

- Las malas prácticas de jardinería son una parte importante de los impactos de la suburbanización, normalmente ignorada que afecta la viabilidad y el valor de la suburbanización misma: la destrucción de la vegetación nativa y su reemplazo por césped y ornamentales introducidos, a veces hasta la orilla de las quebradas; la ausencia de franjas y cesiones de conservación para el agua y la vegetación nativa; la plantación de especies no resistentes a la sequía y el desperdicio del agua en riego; las quemas de los lotes sin construir; la aplicación periódica y rutinaria de fertilizantes y agrotóxicos; la eliminación de los residuos vegetales en lugar de compostarlos y reintegrarlos al suelo; la poda al ras de los prados y el barrido constante de la hojarasca, que promueven la erosión.

Los principales elementos de la dinámica económica en curso en el municipio de Los Santos se muestran en el siguiente diagrama PER-ES, definido en el Diagnóstico rural del EOT 2003:

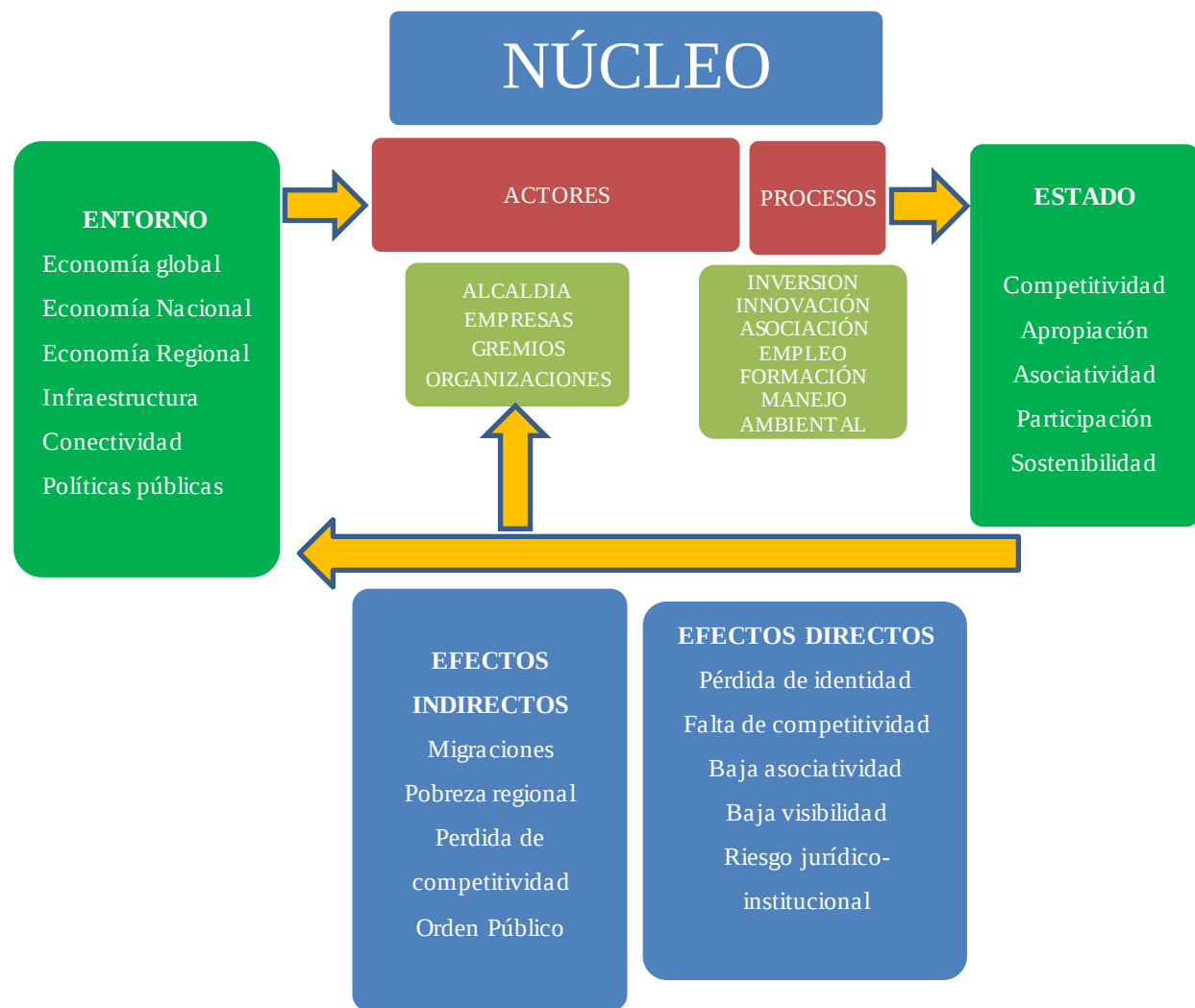


Figura 10. Modelos PRE-ES Problemática dinámica económica Municipio de Los Santos.
Adaptado de Esquema de Ordenamiento Territorial 2003. Municipio de Los Santos.

7.8.2 Turismo. En el Plan de Desarrollo 2016-2019, se identifica plenamente el surgimiento del municipio de los Santos como destino Turístico hace apenas 30 años, el desarrollo de esta actividad está determinado por tres acontecimientos bien definidos, Pavimentación de la Vía, marcada influencia de las Parcelaciones y la Construcción del Teleférico, atributos como el Clima, el Salto del Duende, el Mercado Campesino, mi Colombia Querida y Panachi, se han convertido en Centros de interés turístico, concentrando de esta forma la industria Turística en el eje vial

Piedecuesta, Sector Mesa de Los Santos, Panachi, generando gran crecimiento del Comercio en esta área de influencia; pero, no se han generado cambios que permitan la expansión y flujo hacia el Casco Urbano y la zona de tierras bajas que igualmente cuentan con atributos turísticos naturales y culturales, pues tampoco ha habido una oferta turística en términos de infraestructura, servicios y comercio que jalone el flujo turístico fuera del eje. Aparece como opción económica la industria turística, la cual le permite al Municipio dejar de lado la preocupación por las desventajas que tiene la explotación agrícola para ciertas zonas a cambio de la promoción de los diferentes atractivos ecológicos y naturales con que cuenta la meseta, los cuales pueden ser desarrollados a partir del diseño de rutas, promoción y estímulo a la construcción de escenarios que concentren puntos de prestación de servicios turísticos. El Esquema de Ordenamiento Territorial de Los Santos relaciona una serie de escenarios con hermosos elementos paisajísticos, conformado por miradores, cuevas naturales, pozos de agua natural y cascadas. Miradores: La Purnia sobre la Mesa, Boquete la Mojarra, Bárcenas, Malecón del Cañón, El Guamito, Don Roque y el Duende. Pozos Naturales: Quebrada el Potrero sitio la Cascada, Pozo el Salto, Pozo Azul, Pozo Pila Salto el Duende, Cascada Pozo el Salto, Cascada el Naranjal.

7.8.3 Problemática actual del sector turístico. Partiendo del análisis que se realiza de la situación turística de Los Santos, se establecen como principales inconvenientes que fracturan de cierta forma la gestión sostenible de este sector, tales como (Municipio Los Santos, 2016b):

- No se cuenta con una institución gubernamental encargada de planear y ejecutar las políticas del sector.
- No existe normatividad local para formalizar cada una de las actividades conexas al turismo.

- A nivel de la comunidad, no se cuenta con iniciativas organizacionales que jalonen el desarrollo de la actividad.
- Los oferentes de servicios se encuentran asociados, pero en el sector de La Mesa; quedando desprotegido más de la mitad del municipio.
- Las vías de acceso a ciertos sitios de interés, no se encuentran en buen estado dificultando el ingreso a residentes y turistas.
- La falta de un inventario de sitios bien definido y una buena señalización ha generado pérdida de oportunidades para el desarrollo del sector.
- Los sitios turísticos no cuentan con los servicios básicos para convertirse en verdaderos atractivos.
- La zona urbana no cuenta con servicios de parqueadero y baños públicos, así como la falta de cajeros automáticos bancarios, guías bilingües.
- La falta de políticas serias en materia de planeación hace que se genere un crecimiento desordenado de la población.
- El aumento de viviendas, condominios y parcelaciones han incrementado la construcción de pozos sépticos sin estudios técnicos, generando una contaminación de las aguas subterráneas, con peligro inminente para los residentes y visitantes pues el agua para el consumo es extraída aprovechando la poca profundidad del nivel freático.
- La falta de buenos modales por parte de los visitantes convierte caminos y vías en verdaderos basureros contaminando no solo el aire sino las tierras aledañas (El principal caso es el del teleférico).
- El crecimiento desordenado del turismo hace que la oferta crezca, también, en forma desordenada sin responder a criterios de marketing turístico.

- Una tendencia de los destinos turísticos, es convertirse en centros de drogadicción y prostitución. En Los Santos no se ha estudiado este fenómeno y por tanto estamos expuestos a sus consecuencias.
- La falta de oferta turística en términos de infraestructura, servicios y comercio han impedido la expansión y flujo del turismo hacia el Casco Urbano y la zona de tierras bajas que igualmente cuentan con atributos turísticos naturales y culturales.
- A excepción del camino Jordán Los Santos, los demás no han sido declarados de interés público ni se encuentran geo referenciados en el Esquema de Ordenamiento Territorial

7.9 Vocación del suelo

La tierra santera tiene como atributos (virtudes), en su orden, el sector agropecuario que representa el 85% de actividad de sus pobladores, seguida de la industria avícola y la minera. Los cultivos agrícolas ofrecen Tabaco, Café, Tomate, Pimentón, Habichuela, Piña, Maíz, Yuca y Cítricos, además de otros frutos silvestres, a los que se une la producción forrajera o de tipos de pasto mejorados para animales. En cuanto a la actividad pecuaria, destacan las ganaderías semiextensivas de doble propósito, primordialmente ganadera y avícola. En cuanto al ganado vacuno sobresalen el Cebú, Pardo Suizo, Holstein, el Mestizo Cebú y Mestizos de europeo y criollo. La producción avícola concentra el 5% de la oferta de empleo y avanza como renglón industrial determinante en el crecimiento económico, de la que deriva también el aprovechamiento del residuo orgánico para la elaboración de pollinaza y gallinaza útil para abono en compostaje. La minería es también un modo de trabajo y subsistencia en la región, donando minerales como el Yeso, Barita, Piedra Laja y Piedra Caliza. (Municipio Los Santos, 2016b)

7.9.1 Sector Agrícola. La Sector Mesa de Los Santos presenta suelos bien drenados, superficiales a moderadamente profundos limitados por el material parental y piedras en superficie en ciertas áreas, alta acidez y baja fertilidad; estas tierras se dedican a cultivos de tabaco, hortalizas como tomate, pimentón, habichuela, en los últimos años ha tenido gran auge el cultivo de la piña, esporádicamente se cultiva, maíz, yuca, solo para consumo familiar y pastos. (Municipio Los Santos, 2016b)

La Zona de tierras bajas se caracteriza por presentar un relieve complejo, los suelos son muy superficiales, bien drenados de baja fertilidad, erosionados, pedregosos cuyo cultivo principal es el tabaco y pequeñas áreas de hortalizas como tomate, habichuela y pimentón, también se cultiva la piña, la patilla y eventualmente Yuca, maíz y frijol como cultivos de subsistencia. (Municipio Los Santos, 2016b)

En los últimos años, un renglón productivo que ha venido representando importancia económica y visibilidad a la región además de la generación de empleo es el Café, se trata de cafés especiales que cuentan con las respectivas certificaciones y son exportados directamente por sus productores, dentro de estos empresarios cafeteros sobresale la Granja El Roble con siembra de variedades tradicionales (Caturra y Típica), siendo en total 126.15 Has., que corresponden al Municipio de Los Santos, sembradas y manejadas técnicamente y según el sistema de información cafetera de FEDERACAFE, la siguiente es la estructura cafetera del Municipio (Municipio Los Santos, 2016b).:

7.9.2 Sector Pecuario. Con respecto a la explotación pecuaria se desarrollan ganaderías de tipo semiextensivo doble propósito, sobre praderas de pastos mejorados con Brachiarias y pasto estrella principalmente; en esta área se encuentra bien desarrollada y tecnificada la industria avícola de

gran importancia económica por la generación de empleo y como valor agregado la producción de pollinaza y gallinaza que aporta materia orgánica para el abonamiento de cultivos, sin embargo, la industria avícola de un lado, es la gran generadora de vertimientos que en alto porcentaje no se les aplica el tratamiento o manejo técnico adecuado desacatando las disposiciones y determinantes ambientales exigidas por la CAS como autoridad ambiental, de otro lado, la aplicación de grandes volúmenes de gallinaza no compostada para la fertilización de praderas dedicadas a la ganadería genera lixiviados produciendo malos olores, proliferación de mosca hematófaga y contaminación de fuentes hídricas con grave incidencia en la industria turística. Como queja sentida y generalizada de la comunidad urbana y rural descrita en las mesas de concertación, hace referencia a la captación y consumo de grandes volúmenes de agua por parte de la industria avícola quienes cuentan con las licencias ambientales de la CAS para el bombeo de la quebrada La Cañada como única fuente de abastecimiento. (Municipio Los Santos, 2016b).

Se explota la ganadería extensiva doble propósito, se aplica una mediana tecnología y sus rendimientos son muy bajos. Estas tierras tienen severas limitaciones para la explotación de cultivos limpios por la alta susceptibilidad a procesos erosivos especialmente en las labores de preparación del terreno, pero la principal limitante es la falta de agua, las lluvias son muy escasas durante el año. En el área rural donde se dispone de riego, Tanto para la producción de los renglones agrícolas y pecuario se utilizan tecnologías mejoradas con manejo agronómico y pecuario medianamente tecnificados, lo cual se traduce en buenos rendimientos; pero, el 80% de los pequeños y medianos productores desarrollan una explotación eminentemente de economía campesina, de tipo extractivo basada en la producción agrícola tradicional, con arraigada dependencia al cultivo de tabaco, caracterizada por el mal uso del recurso suelo, aplicación irracional de Agroquímicos y quemas, ejerciendo fuerte presión sobre los recursos naturales, este

bajo nivel tecnológico conduce a baja productividad y rentabilidad con el consecuente empobrecimiento y baja calidad de vida de los productores, el minifundio y el escaso acceso a créditos suficientes y oportunos, agravan aún más esta difícil situación. (Municipio Los Santos, 2016b).

7.9.3 Actividades rurales no agrícolas. La Minería es considerada una de las actividades de importancia económica, generadoras riqueza y empleo, respecto a la explotación minera el EOT reporta que de las 8.842,61 Has. De suelo minero, 4.720,50 Has. Se encuentran en áreas ambientalmente sensibles. Actualmente para su explotación y aprovechamiento no se tienen Implementados sistemas técnicos sostenibles de extracción minera que minimicen los impactos ambientales generados, ni regulaciones y restricciones que impidan la degradación de estas áreas, tampoco el Municipio ha implementado planes para lograr la recuperación ambiental de las áreas degradadas. No obstante, que todas las explotaciones mineras cuentan con vías que llevan hasta la boca de mina, una de las limitaciones para la explotación minera es el mantenimiento permanente que deben tener estas vías para conservarlas en buen estado. En su orden de importancia por los volúmenes de extracción está la explotación de Yeso, Barita, piedra Laja para decorados y caliza. (Municipio Los Santos, 2016b).

7.9.4 Problemática actual de los sectores Agrícolas y no agrícolas. El PDM 2016-2019 establece e identifica claramente los diferentes inconvenientes y problemas actuales de los sectores económicos que impulsan el desarrollo de la región:

- El 80% de los pequeños y medianos productores desarrollan una explotación eminentemente de economía campesina, de tipo extractivo basada en la producción agrícola tradicional, con arraigada dependencia al cultivo de tabaco, caracterizada por el mal uso del recurso suelo, aplicación irracional de Agroquímicos y quemas, ejerciendo fuerte presión sobre los recursos naturales.
- El minifundio impide una adecuada rotación de cultivos lo cual conlleva a la proliferación de plagas y enfermedades y su consecuente alta aplicación de agroquímicos que contaminan el medio.
- El problema más crítico y limitante del sector rural es el déficit de agua que se ha venido generalizando para todo el Municipio y casi toda época del año.
- No se han implementado proyectos generalizados para la recolección, almacenamiento y distribución de aguas que mitiguen el riesgo por escases, especialmente en épocas de verano para los cultivos.
- Falta mantenimiento y adecuación de los reservorios de agua (jagüeyes), aunque gran porcentaje de estos se encuentran secos o con muy bajo nivel por la escasez de lluvia y drástica disminución de las pocas fuentes hídricas.
- La Comunidad rural señala que Los acueductos son muy deficientes o no operan por cuanto la escasez de agua es a veces total, es decir no permite contar con ellos.
- Las Tierras bajas tienen severas limitaciones para la explotación de cultivos limpios por la alta susceptibilidad a procesos erosivos especialmente si no se hace uso racional de este recurso.
- El 42.6% de las personas del sector rural padece de necesidades básicas insatisfechas, el 19.7% de las viviendas rurales no cuentan con Energía Eléctrica, solo el 39.6% se surten de agua

de Acueductos, el 44.5% no tienen servicio sanitario y el 41.6% de las viviendas no disponen de Pozo séptico.

7.9.5 Medio ambiente – Actividad agropecuaria. En los últimos 5 años la disminución del régimen pluviométrico como manifestación del cambio climático ha generado serios problemas socioeconómicos a la población rural por la drástica disminución de la producción y en algunas veredas ha habido pérdida generalizada de cosechas, el deterioro del suelo por procesos erosivos ocasionados por malas prácticas agrícolas, la contaminación por aplicación indiscriminada de agroquímicos y gallinazas no compostadas, el apego de muchos productores a prácticas tradicionales y la reacción al cambio tecnológico agrava cada vez este difícil panorama (Municipio Los Santos, 2016b). En respuesta a ésta evidente problemática, se han venido estableciendo acciones enfocadas a sistemas de abastecimiento de agua tales como la construcción de Jagüeyes, perforación de pozos en algunas veredas, sin embargo, en algunos de los casos los resultados no han sido los esperados por la falta de cambio de actitud de los productores hacia la inversión y adaptación de sus sistemas de abastecimiento de agua para sus sistemas productivos. (Municipio Los Santos, 2016b).

8. Relación de las condiciones actuales y los Objetivos de Desarrollo Sostenible

La mitigación de olores ofensivos a partir de las estrategias de producción limpia, integrando sistemas de control para las emisiones, procesos productivamente sostenibles y la inversión

financiera en la aplicación de medidas específicas para reducir la generación de compuestos como Amoniaco y metano, se convierten en las acciones que ofrecen mayor efectividad para la reducción del impacto generado al recurso aire y a la calidad de vida de la población de una región.

Es posible establecer la relación de las condiciones, problemática en cuanto a olores ofensivos y el desarrollo socio económico del Municipio de Los Santos, y los Objetivos de Desarrollo Sostenible – ODS, teniendo en cuenta que los Planes de Desarrollo direccionan actualmente sus planes de acción a partir de éstos.

Teniendo en cuenta lo antes mencionado, el ODS 3: Salud y Bienestar, relacionado directamente a garantizar una vida saludable y promover el bienestar universal, establece dentro de sus metas para 2030, reducir sustancialmente el número de muertes y enfermedades producidas por productos químicos peligrosos y la contaminación del aire, el agua y el suelo, y el ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles, el cual define entre sus metas de aquí a 2030, reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo (The United Nations, sf), serán los objetivos en los que haremos énfasis para evidenciar su importancia en el análisis de este documento.

Durante todo el documento hemos revisado las características generales de la contaminación odorífera, y las causas de su generación en la Sector Mesa de Los Santos. En este sentido, teniendo en cuenta lo que representa el ODS 3, para la sostenibilidad ambiental, es importante tener en cuenta que la población que ha percibido olores ofensivos en los sectores ya antes identificados por sus condiciones y ubicación geográfica con respecto a las fuentes generadoras, en múltiples ocasiones desde 2017, han venido manifestando en medios de comunicación regionales y nacionales la afectación en su calidad de vida, presencia de vectores y aparición de enfermedades

asociadas a malos olores provenientes de empresas del sector avícola como lo declara “José Calderon, residente de la vereda Tabacal en la Sector Mesa de Los Santos aseguró que han pasado 10 años y siguen esperando que la situación se resuelva” (RCN Radio, 2017). Una de las metas a 2030 de éste ODS se enfoca en reducir las enfermedades producidas por la contaminación atmosférica, sin embargo, en el plan de desarrollo 2016-2019 del municipio, Eje 3: Medio Ambiente y Gestión de Riesgos, Programa 19. Ambiente sostenible para un desarrollo sustentable, ni en el Eje 2: Crecimiento y Desarrollo Económico Productivo, se definen o establecen metas o resultados esperados para un plan de acción aplicado a la mitigación de olores ofensivos, o la relación de los mismos con el crecimiento de este sector en la zona. Este tipo de falencias en las políticas municipales y sus proyecciones, se convierten en la principal causa incumplimiento de los compromisos de las empresas con el Municipio, y la carencia de soporte estratégico para garantizar la sostenibilidad y el menor impacto generado en los ecosistemas, propio del desarrollo de los sectores económicos de la región, y del crecimiento y expansión territorial del mismo.

En cuanto al ODS 11, el Plan de desarrollo 2016-2019 solo contempla en su Eje 3: Medio Ambiente y Gestión de Riesgos, Programa 19. Ambiente sostenible para un desarrollo sustentable, metas enfocadas en capacitación y fortalecimiento del Plan de Gestión Integral de Residuos – PGIR, en contexto general, sin enfatizar en los residuos generados por los sectores avícola o ganaderos. Así mismo, enfoca metas únicamente hacia la mitigación del cambio climático, a partir de planes y alternativas hacia la reducción GEI. Al igual que el ODS 3, el municipio omite acciones directamente relacionadas a la sostenibilidad y la calidad del aire de la región, aumentando la brecha de la problemática entre la calidad de vida, el progreso socioeconómico y la responsabilidad ambiental de los actores involucrados en el desarrollo de la zona.

El Plan de Desarrollo 2012-2016 establece que la dimensión económica, definida en el eje estratégico 2: Crecimiento y Desarrollo Económico Productivo, encierra dentro de su contexto, la Productividad, teniendo como norte la búsqueda del crecimiento, entendido como un desarrollo social y ambientalmente sustentable, midiendo el desarrollo económico productivo en términos de Bienestar Social, siendo las actividades agrícolas, pecuarias, mineras y ancestralmente autóctonas, así como la oferta Eco-Turística y el Turismo de Aventura, los sectores que jalonan el cumplimiento de metas de este eje. Estos sectores confluyen en la necesidad de contar con el recurso hídrico como principal aliado para el desarrollo de la región. A partir de lo antes descrito se evidencia entonces una estrecha relación con el ODS 12 Producción y consumo sostenible y el ODS 15 protección de ecosistemas terrestre, y el establecimiento de programas enfocados a garantizar el abastecimiento de agua, teniendo como prioridad la justa distribución, que se desarrolla a partir de la identificación de las cuencas hídricas y de las cuencas hídricas subterráneas, siendo esta estrategia de protección condición indispensable para fines de sostenibilidad territorial ya que la ubicación y gestión adecuada de los ecosistemas es la base para la ordenación, siguiendo la secuencia de recurso disponibles para la presencia y calidad de vida de comunidades y sociedades con lo cual desarrollar las dinámicas económicas que garanticen flujos financieros y equidad de acceso de todos los habitantes a los bienes y servicios que permitan satisfacer sus necesidades de vida.

9. Análisis de la relación entre los compuestos generadores de olores ofensivos con las variables meteorológicas, climáticas, topográficas y bióticas de la Sector Mesa de Los Santos

Los Santos es un municipio de categoría sexta y tipología E (Entorno de Desarrollo Intermedio), lo que determina y define la inversión misma de sus recursos. Es el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, a través de la Unidad de Planificación Rural (UPRA), quien precisa los criterios de zonificación del suelo, a partir de los cuales se determinan los usos y la adecuación de las tierras para actividades agropecuarias, procurando una mejor prestación de los servicios públicos como base estructural necesaria para impulsar y fortalecer los sectores representativos de la economía nacional, que tiene en el campo su primer donador de bienes, de alimentos y de materias primas. En concordancia con la preocupación global, el medio ambiente y su degradación, debido a la relación directa con los ecosistemas y el posible impacto que su desenvolvimiento acarrea en las regiones, la UPRA integra entre sus funciones definir la extensión, la colindancia y los límites que demarcan las tres zonas en que se divide un territorio: urbana, de expansión y rural. (Municipio Los Santos, 2016b).

Partiendo de la información recopilada y las condiciones actuales de la región a nivel socioeconómico y turístico, se plantea el siguiente árbol de problemas:

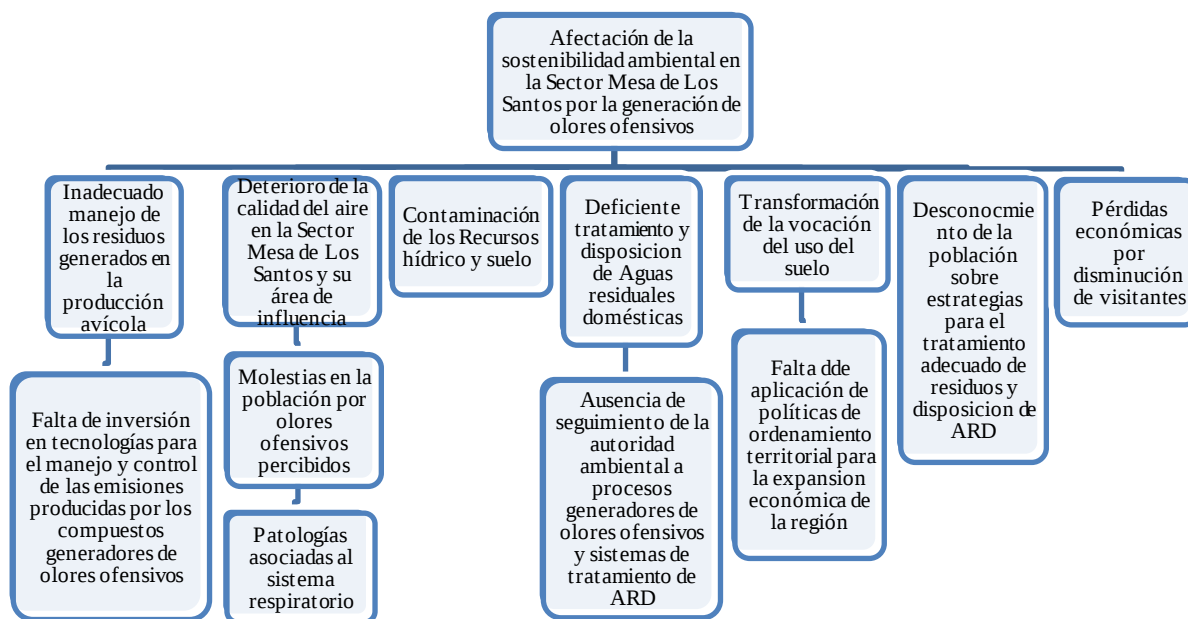


Figura 11. Árbol de problemas

El eje III del PDM 2012-2015 prioriza los elementos esenciales de la biosfera: cuencas hídricas, el suelo (su uso y tratamiento) y el aire incluyendo olores ofensivos. Dentro de los principales compromisos se encuentran cuidar y evitar el deterioro de dichos recursos preservándolos, conservándolos y resguardándolos, mediante políticas de carácter sostenible y mundial, también denominadas Objetivos Globales, que incluyan la participación activa de la comunidad. El municipio de Los Santos por ser poseedor de diversas fuentes hídricas, requiere mantener estrategias que permitan aprovechar racionalmente este recurso, promoviendo la diversidad y el equilibrio ambiental, enfatizando en la importancia actual del impacto causado por la actividad humana (antrópica) sobre el medio natural, como principal causa de la escasez derivada de la circunstancia climática actual, caracterizada por el Verano y la Sequía. (Municipio Los Santos, 2016a). Partiendo de la característica rural agropecuaria del municipio, la cual se mantiene con tecnologías agroindustriales, y maneras tradicionales de aprovechamiento de los recursos, de los que se deriva el gran porcentaje de materias primas para su subsistencia, requiere ante la carencia

de agua, la elaboración de soluciones definitivas como una respuesta integral que persiga disminuir los efectos impactos que sobre el paisaje originan algunas actividades productivas propias de la región. Las características geográficas propias del territorio, constituyen la fuente primordial de riqueza que favorecen todas las actividades productivas que se desarrollan en la región, sumado a las políticas de emprendimiento e integración para potenciar el desarrollo económico de la zona, generando la unión de los sectores rurales (pecuario y agrícola) componen el punto de inicio hacia la proyección agropecuaria y turística del municipio. (Municipio Los Santos, 2016a)

Las condiciones de sostenibilidad están directamente ligadas a la calidad de vida de la población, asociando la conservación de los recursos naturales y la percepción de confort de la comunidad, con el desarrollo económico y social de su región. Identificar las actividades económicas de relevancia, asociarlas a los compuestos generadores de olores ofensivos y a las variables geográficas de la zona de estudio, es la etapa más importante para establecer la verdadera problemática y enfocar adecuadamente las estrategias de sostenibilidad ambiental.

Partiendo de la identificación de las actividades económicas que predominan en el área de influencia, se encuentra que la ganadería y la agricultura representan por su condición y características el mayor riesgo de afectación al recurso aire.

El sector agrícola representa el 85% de actividad de sus pobladores, seguida de la industria avícola y la minera. En cuanto a la actividad pecuaria, destacan las ganaderías semiextensivas de doble propósito, primordialmente ganadera y avícola, ésta última concentra el 5% de la oferta de empleo y avanza como renglón industrial que define el crecimiento económico. Estas actividades generan procesos de aprovechamiento del residuo orgánico para la elaboración de pollinaza y gallinaza útil para abono en compostaje. (Municipio Los Santos, 2016b).

Es importante recordar que el olor es considerado como una reacción sensorial de determinadas células situadas en la cavidad nasal, y que la relación entre olor y molestia percibida es de difícil definición. Existen factores físicos y químicos fáciles de determinar, sin embargo, se conocen otros de carácter subjetivo más difícil de evaluar, entre los cuales se pueden identificar la característica agradable o desagradable del olor (tono hedónico), la sensibilidad de cada persona, o el entorno en el que es percibido. (Asociación Española para la Calidad, 2004). La contaminación odorífera es una de las formas de contaminación atmosférica, que, por sus características, es compleja y requiere de un seguimiento específico, por lo que es importante establecer los compuestos generadores de esta problemática, asociados a las actividades causantes de la misma y la relación con las diferentes condiciones de la región de estudio.

Una sustancia generadora de olor ofensivo es aquella que, por sus propiedades organolépticas, composición y tiempo de exposición, puede causar efectos desagradables y generar una respuesta. (Ministerio de Salud y protección social, OPS, 2012), que asociada a la susceptibilidad en la percepción permite identificar una posible causa generadora. Documentos soportan que las sustancias químicas que generan una respuesta olfatoria generalmente tienen bajas presiones de vapor, por lo que podría deducirse que los malos olores generalmente tienen compuestos volátiles de sulfuro (azufre) así como también compuestos aromáticos orgánicos como ácidos grasos, por lo que con esta composición bastan pequeñas concentraciones para que sean percibidas por el órgano olfativo. (Ministerio de Salud y protección social, OPS, 2012).

Estas moléculas odoríferas tienen como propiedad que son altamente volátiles por su composición. Aunque dentro estos compuestos odoríferos se encuentran el azufre, el oxígeno y el nitrógeno; que se dan por las explotaciones industriales, agropecuarias, plantas de tratamiento de residuos y estaciones depuradoras de aguas residuales, investigaciones recientes han demostrado

que la mayoría de los olores están asociados con los compuestos de azufre volátiles (VSC), especialmente el metanotiol (MT), el sulfuro de dimetilo (DMS) y el disulfuro de dimetilo (DMDS). (Rincón, Bermudez, & Rojas, 2018b).

El proceso de producción avícola integra una cantidad de necesidades que adicionales a los requerimientos productivos. La generación de desechos con alto contenido de nutrientes y material orgánico causa contaminación de suelos y aguas, produce olores desagradables y altas concentraciones de gases, además de propiciar la proliferación de vectores y microorganismos patógenos; todo ello con un impacto negativo en el medio ambiente. (Homez, 2014). La gallinaza es el residuo orgánico más representativo que generan las explotaciones avícolas, su composición depende principalmente de la dieta y del sistema de alojamiento y cría de las aves. La gallinaza obtenida de explotaciones en piso o galpones se compone de una mezcla de deyecciones y del material absorbente que puede ser viruta, pasto seco, cascarillas, entre otros, que se conoce con el nombre de cama; esta mezcla permanece en el galpón durante todo el ciclo productivo. En las explotaciones de jaula, la gallinaza es un producto que resulta de las deyecciones, plumas, residuos de alimentos y huevos rotos, que caen al suelo y se mezclan, produciendo una mezcla con un alto contenido en humedad y altos niveles de nitrógeno, que se volatiliza rápidamente, creando malos y fuertes olores, y haciendo que pierda calidad como abono. (Homez, 2014). La composición de los excrementos animales se caracteriza por un alto contenido de materia orgánica (DBO), micronutrientes y macronutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio, generación de gases como amoníaco (NH_3), Metano (CH_4), Óxido Nitroso (N_2O) y presencia de pesticidas y metales pesados como lo muestra la siguiente ilustración (Homez, 2014):

Animal	Producción Excremento. (Kg)	Materia Seca. (g/Kg)	Materia Orgánica. (g/Kg)	Nitrógeno		Fósforo		Potasio	
				(g/Kg)	Kg	(g/Kg)	Kg	(g/Kg)	Kg
Vaca	20.200	95	68	4,4	89	0,9	18	4,2	85
Cerdo	1.600	80	63	7,0	11,2	2,1	3,4	3,3	5,30
Gallina	80	160	115	9,0	0,72	4,1	0,33	3,7	0,30
Gallinaza	40	322	230	12,5	0,50	8,2	0,33	7,5	0,30

Figura 12. Composición de los excrementos de animales. Adaptado de Formulación de un plan de buenas prácticas ambientales para la prevención, control y seguimiento de la generación de olores ofensivos en el subsector avícola. 2014.

Dentro de las emisiones al aire producto de la producción avícola se caracteriza el amoníaco, metano, óxido nitroso y dióxido de carbono, los cuales se generan de procesos ambientales como el metabolismo animal y la descomposición del excremento. En la figura 12 se presentan las principales emisiones, así como el punto del proceso de producción en el cual se generan. (Homez, 2014).

Emisiones	Punto de producción
Amoniaco NH ₃	Alojamientos animales, almacenamiento y aplicación en campo.
Metano CH ₄	Alojamientos animales, almacenamiento y tratamiento de excremento.
Óxido Nitroso N ₂ O	Almacenamiento y aplicación de estiércol
Dióxido de Carbono CO ₂	Alojamientos animales, almacenamiento y aplicación en campo

Figura 13. Principales emisiones generadas en procesos. Adaptado de Formulación de un plan de buenas prácticas ambientales para la prevención, control y seguimiento de la generación de olores ofensivos en el subsector avícola. 2014.

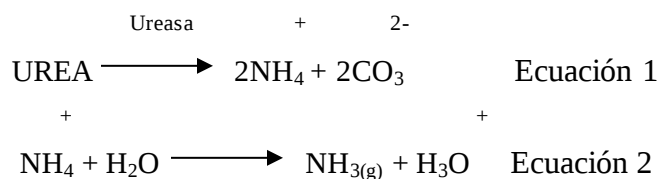
Las aves excretan ácido úrico el cual al descomponerse genera amoniaco, los principales factores que influyen en este proceso son, variables climáticas, tipo de suelo y características particulares del excremento como pH, temperatura y contenido de amonio. (Homez, 2014)

El amoniaco permanece durante un tiempo aproximado de 3 a 7 días en la atmósfera, y puede reaccionar formando compuestos y aerosoles que se trasladan mayores distancias, hasta depositarse en el suelo o el agua a través de la lluvia o la nieve. Éste compuesto es uno de los componentes asociados a la generación de malos olores (Homez, 2014). La figura 13 muestra los factores que influyen en los niveles de emisión de amoniaco a la atmósfera tras la adición de excremento:

Factor	Característica	Influencia
Suelo	pH	Un pH bajo reduce las emisiones
	Capacidad de Intercambio Catiónico	Una CIC elevada produce menores emisiones
	Nivel de Humedad	Ambigua
Factor Climático	Temperatura	Temperaturas más altas producen mayores emisiones
	Humedad del aire	Niveles más bajos producen mayores emisiones
	Nivel de precipitaciones	Causa dilución y una mejor infiltración y, por tanto, menores emisiones a la atmósfera. Pero aumenta las emisiones al suelo.
	Velocidad del Viento	A mayor velocidad mayores emisiones
Gestión	Método de aplicación	Técnicas de baja emisión (enterrado)
	Tipo de estiércol	El contenido de materia seca, el pH y la concentración Gestión de amonio afectan al nivel de emisiones
	Tiempo de aplicación y dosis	Evitar el clima caluroso, seco, soleado y ventoso. Dosis demasiado elevadas aumentan los periodos de infiltración.

Figura 14. Factores que influyen en los niveles de emisión de amoniaco a la atmósfera tras la adición de excremento. Adaptado de Formulación de un plan de buenas prácticas ambientales para la prevención, control y seguimiento de la generación de olores ofensivos en el subsector avícola. 2014.

La hidrólisis de la urea por la acción de la enzima ureasa liberada por ciertos grupos de bacterias eliminadas con las heces, como se observa en las siguientes ecuaciones (1 y 2). (Rica & Bolaños-Cerdas, 2013):



Los principales factores involucrados en el equilibrio químico de la ecuación No. 2 son: la temperatura de la excreta, la temperatura ambiente, la ventilación, el pH de la excreta, su contenido de amonio, el grosor de la capa de excreta y la superficie de contacto excreta-aire. (Rica & Bolaños-Cerdas, 2013):

Después de que se emite NH_3 a en la atmósfera, cada átomo de nitrógeno puede participar en una secuencia de efectos, conocida como cascada de nitrógeno en la que la molécula de NH_3 puede, en secuencia, impactar la visibilidad atmosférica, la acidez del suelo, la productividad forestal, biodiversidad del ecosistema terrestre, acidez de la corriente y productividad costera. El depósito excesivo de nitrógeno reactivo también puede disminuir la biodiversidad de ecosistemas terrestres. El tiempo de permanencia de NH_3 y NH_4^+ en la atmósfera es del orden de días. (Council, 2003).

La volatilización de amoníaco es la liberación de NH_3 (g) de una fuente donde se forma en los alrededores. Las Condiciones aeróbicas y valores de temperatura del aire, temperatura de la camada, pH, edad de la camada y contenido de humedad que favorece el crecimiento bacteriano, mejora la volatilización del amoníaco. La temperatura del aire afecta la presión de vapor de la fase gaseosa y la capacidad de la sustancia para volatilizar. (Council, 2003).

9.1 Emisiones de Metano (CH₄)

Durante el proceso avícola, algunas de las fuentes generadoras de Metano se encuentran en el proceso digestivo de los animales, descomposición anaeróbica del excremento animal y descomposición anaeróbica de productos de desecho del procesamiento animal. A diferencia del amoníaco no genera ningún olor. (Homez, 2014).

El metano se produce por degradación microbiana de la materia orgánica en condiciones anaeróbicas.

La fuente principal de CH₄ en la producción ganadera son los animales rumiantes. Los rumiantes (ovejas, cabras, camellos, vacas y búfalos) tienen estómagos únicos de cuatro cámaras. En una cámara, llamada rumen, las bacterias descomponen los pastos y otros alimentos para generar CH₄ como uno de varios subproductos. La tasa de producción se ve afectada por la ingesta de energía, que a su vez es afectada por varios factores (cantidad y calidad de alimento, peso corporal del animal, edad y cantidad) y varía entre especies animales y entre individuos de la misma especie. Además de la fermentación entérica, las emisiones de CH₄ también se producen por la descomposición anaeróbica del estiércol. El metano tiene un calentamiento global potencial 23 veces mayor que el CO₂. (Council, 2003)..

9.2 Emisión de óxido nitroso (N₂O)

La emisión de óxido nitroso se origina durante el almacenamiento o la adición del excremento al suelo; al igual que el metano es inodoro. (Homez, 2014).

9.3 Comportamiento del sector avícola en la Vereda La Mesa

Según el EOT 2003 del municipio de los Santos, el municipio fue declarado zona piloto para el manejo de la New Castle, lo que permitió que se presentará el incremento en el número de aves por razones de seguridad para los inversionistas, dando una pauta importante en el desarrollo avícola en la región. Las granjas avícolas se ubican especialmente en las veredas La Mesa en los sectores El Duende, El Verde, Carrizal, Tabacal, Majadal, La Fuente, Rosablanca, Delicias y El Guamito y en la vereda Espinal Bajo. (Los Santos, A., 2003b)

Se presentan a continuación las granjas avícolas ubicadas en la región en 2008, así como su distribución en las veredas, y las empresas a las que están vinculadas, y permitiendo evidenciar la distribución de éstas en la zona de estudio para esa época. Así mismo, mediante información suministrada por la Corporación Autónoma de Santander CAS, autoridad ambiental con jurisdicción en el Municipio, el documento presenta las granjas, y las líneas de producción a la que pertenecen, permitiendo generar un espacio para identificar específicamente la relación con la emisión de compuestos generadores de olores ofensivos (Tarazona, 2008):

Tabla 9. *Caracterización granjas avícolas zona La Mesa.*

Empresa	Vereda	Granja	Sistema Productivo
Avidesa MC Pollo	La Fuente	Bienestar y prosperidad	Engorde
		La fuente	Engorde
		La Negra	Engorde
		Rosablanca	Engorde
	Linderos	Reina	Engorde

Tabla 9. (Continuación)

Empresa	Vereda	Granja	Sistema Productivo
	El Verde	Carzam	Engorde
		Tayrona	Engorde
		El Eden	Engorde
		El roble	Engorde
		El Verde	Engorde
		La Alborada	Engorde
	Majadal	Las 3 Marías	Engorde
		La Custodia	Engorde
		La Reina	Engorde
		San Alberto	
	Rosa Blanca	Las Águilas	Reproductoras
Rosablanca		Engorde	
El Zaque		Reproductoras	
Campollo	Rosa Blanca	Pedregal	Engorde
		Viento Largo	Engorde
Distraves	El Verde	Bacatá	Engorde
		Villa Paola	Engorde
		AguaLuna	Engorde
		Altay	
		San Luis	Engorde
	Majadal	Lagos de Majadal/ Villa Margarita	Engorde
Granja El Guamito	El Verde	El Duende	Reproductoras

De acuerdo con datos de FENAVI en 2014, en Santander se tiene el registro de 1.027 granjas avícolas, de las cuales 619 (60,3%) se dedican a las actividades de engorde, 363 (35,3%) a la postura de huevo y los 45 restantes (4,4%) a la línea de reproductoras. Los municipios con mayor número de granjas en el departamento son, en orden descendente, Lebrija con 248 (24,1%), Piedecuesta con 179 (17,4%) y Girón con 122 (11,9%). Siguen con menos de 100 granjas en su

territorio Floridablanca con 67 (6,5%), Los Santos con 54 (5,3%) y Barbosa con 37 (3,6%). (Fenavi, 2016)

10. Análisis del comportamiento de los compuestos generadores de olores ofensivos y la meteorología del lugar

Partiendo de las condiciones y el comportamiento de cada uno de los gases generadores de olores ofensivos que fueron anteriormente descritos, y realizando la verificación de las características de la zona objeto de estudio y meteorología, se podrá establecer su relación con la dispersión de estas sustancias y establecer la afectación directa al entorno. Así mismo, es importante identificar la ubicación de la infraestructura o las áreas de los sectores que por desarrollo propio de su proceso generan los compuestos base de la problemática.

Para 2015 el perfil horario de temperatura reporta información entre las 7:00 am y 7:00 pm, manejando un comportamiento ascendente alcanzando temperaturas hasta de 36°C entre las 3 y 4 pm del día. Por otra parte, el promedio de temperatura diaria se mantuvo entre los 13 y 18°C. En cuanto precipitaciones se reporta precipitación entre los días 22 a 24 de junio alcanzando los 100(mm). (CAS, 2015)

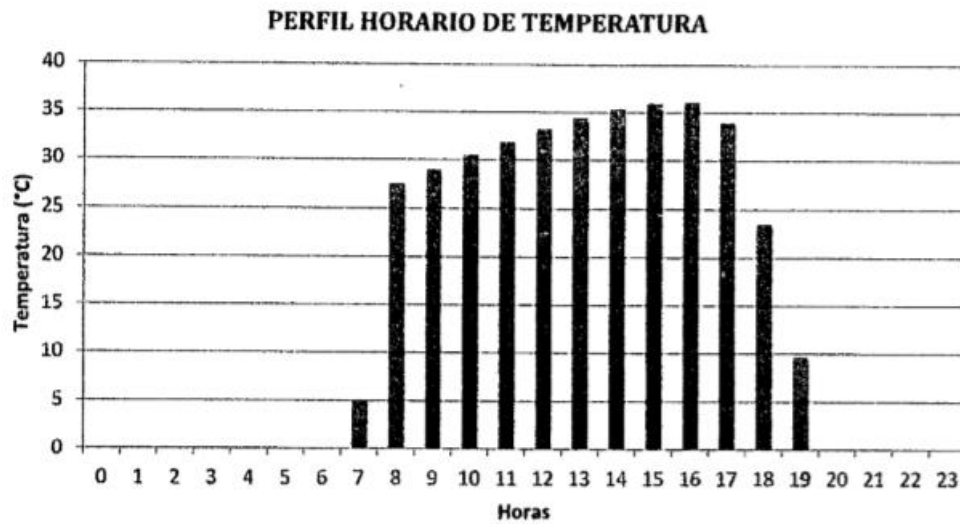


Figura 15. Perfil horario de temperatura estación Granja CAPRI. 2015. Adaptado de (CAS, 2015)

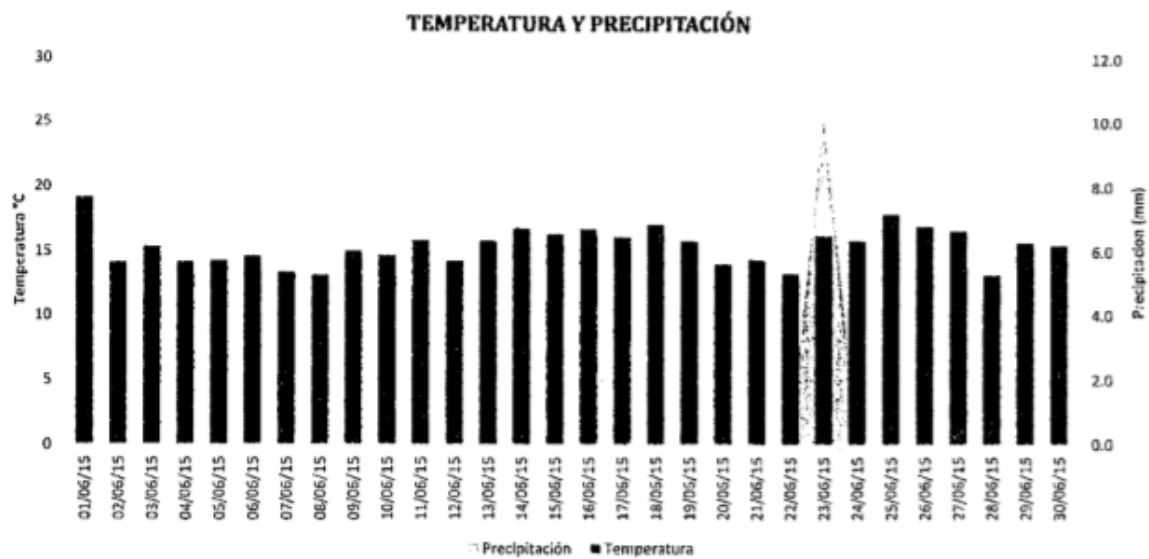


Figura 16. Perfil horario de temperatura y precipitación estación Granja CAPRI. 2015. Adaptado de (CAS, 2015)

El perfil horario de velocidad de viento se mantiene durante las horas que hay sol alcanzando velocidades de 10 m/s a las 7:00pm, las velocidades altas se alcanzan en las horas de medio día y las bajas en horas de la tarde. El promedio diario de velocidades del viento se elevó entre los días 13 y 19 de junio alcanzando velocidades desde 6 hasta 15 m/s. (CAS, 2015)

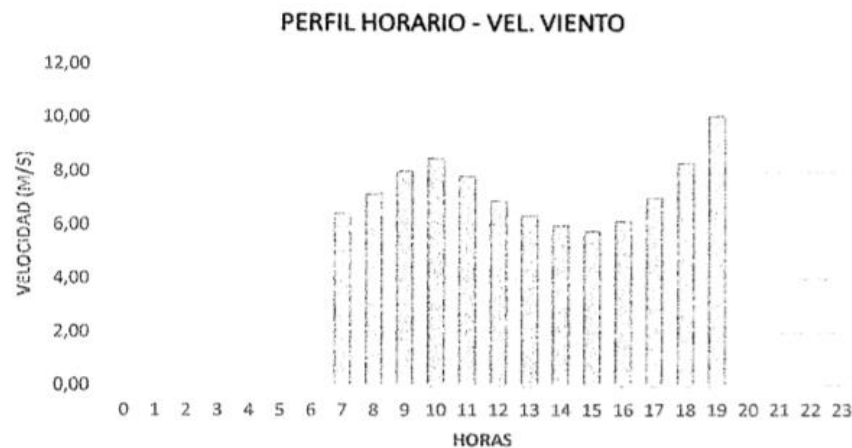


Figura 17. Perfil horario de velocidad del viento estación Granja CAPRI. 2015. Adaptado de (CAS, 2015)



Figura 18. Perfil horario de velocidad del viento estación Granja CAPRI. 2015. Adaptado de (CAS, 2015)

La predominancia de los vientos proviene de la dirección noroeste donde entre el 10 y 25% de los datos alcanzaron velocidades entre el rango de 10.9 y 18 m/s. El promedio total es de 7.06 m/s y el 3.2% de los registros fueron calmas es decir que su velocidad estuvo por debajo de los 1.06 m/s. (CAS, 2015)

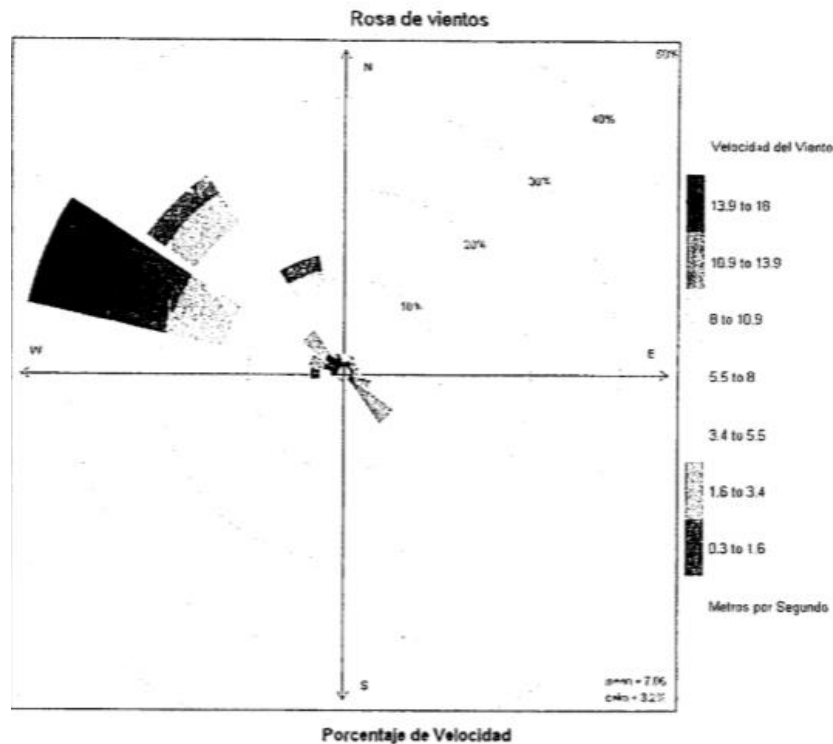


Figura 19. Rosa de vientos estación Granja CAPRI. 2015. Adaptado de (CAS, 2015)

Mediante información de una estación cuya información corresponde al mes de octubre de 2019, y a través de la cual se obtuvo un registro actual de variables meteorológicas como Temperatura ambiente, humedad relativa, velocidad del viento, precipitación y presión barométrica, es posible revisar el comportamiento de estas condiciones.

Muestra	Fecha	Temperatura Ambiente °C	Humedad Relativa %	Velocidad del Viento m/s	Precipitación mm	Presión Barométrica mmHg
1	2019-01-10	18,3	84,0	0,6	0,0	685,3
2	2019-01-11	18,0	84,8	0,7	0,0	685,2
3	2019-01-12	18,4	84,9	0,7	0,0	685,1
4	2019-01-13	18,6	86,2	0,5	0,0	684,9
5	2019-01-14	18,8	83,2	0,8	0,3	684,6
6	2019-01-15	20,2	80,3	0,8	0,0	684,1
7	2019-01-16	19,9	83,3	0,6	0,3	684,6
8	2019-01-17	19,9	81,7	0,8	0,0	684,6
9	2019-01-18	19,8	81,0	0,7	0,0	684,0
10	2019-01-19	19,2	81,5	0,8	0,0	683,9
11	2019-01-20	20,6	76,7	0,9	0,0	684,0
12	2019-01-21	19,7	84,0	0,7	0,3	684,5
13	2019-01-22	20,9	78,3	0,8	0,0	684,2
14	2019-01-23	21,6	76,9	0,7	2,5	683,3
15	2019-01-24	21,0	76,6	0,8	0,3	683,4
16	2019-01-25	21,0	80,3	0,7	0,5	684,0
17	2019-01-26	21,5	78,0	0,9	0,0	683,2
18	2019-01-27	20,9	80,0	0,7	0,0	683,3
19	2019-01-28	19,8	86,2	0,8	48,8	684,1
20	2019-01-29	19,4	87,1	0,6	14,2	684,3
21	2019-01-30	18,7	85,6	0,7	0,5	684,1

Figura 20. Registro meteorología. 2019. Adaptado de (Nh & Santos, 2019)

Es posible evidenciar cambios en la dirección del viento en las dos representaciones mostradas, sin embargo, la predominancia de viento se mantiene en la dirección Noroeste, aunque con velocidades que se disminuyen y que oscilan entre 0.5 y 3 m/s.

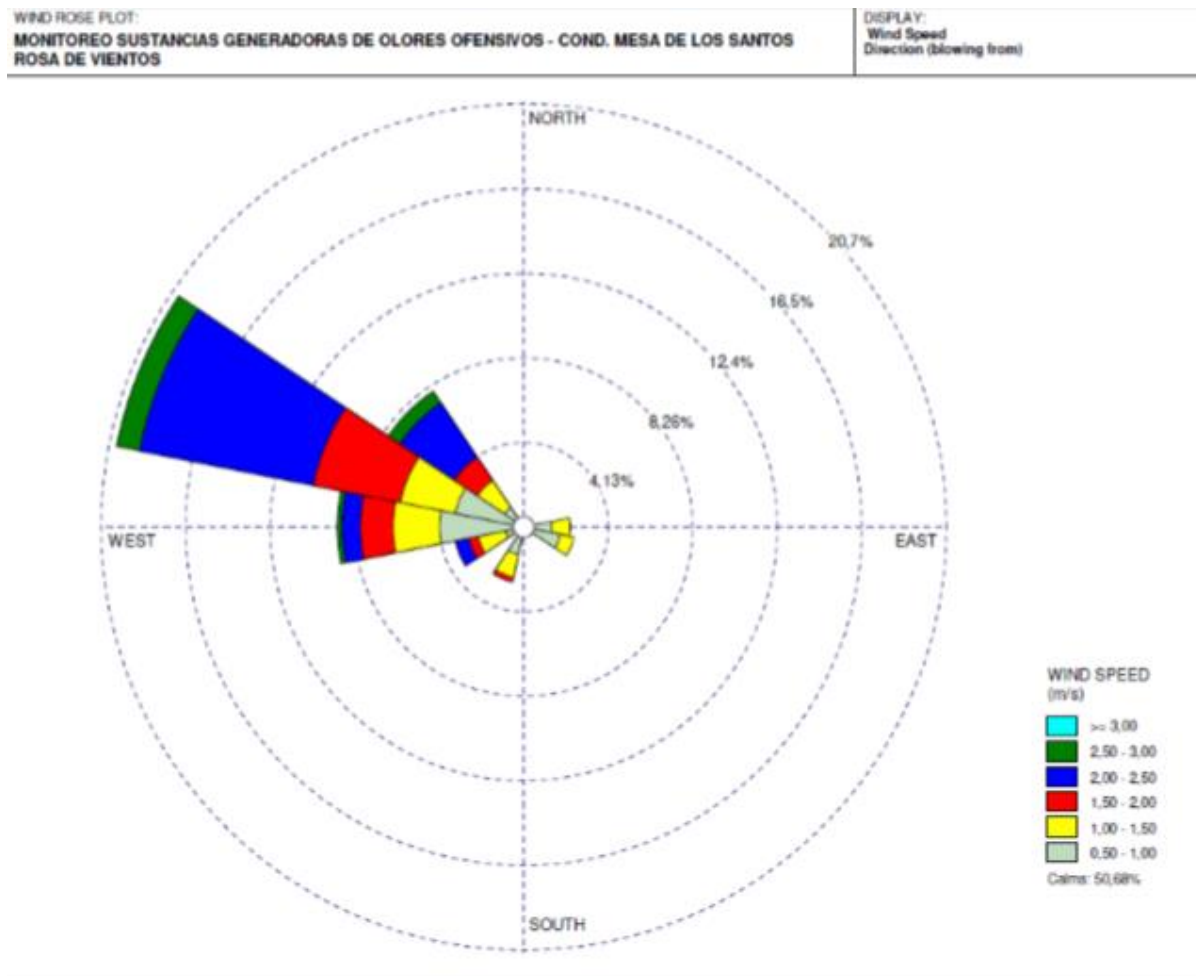


Figura 21. Rosa de vientos 2019. Adaptado de (Nh & Santos, 2019)

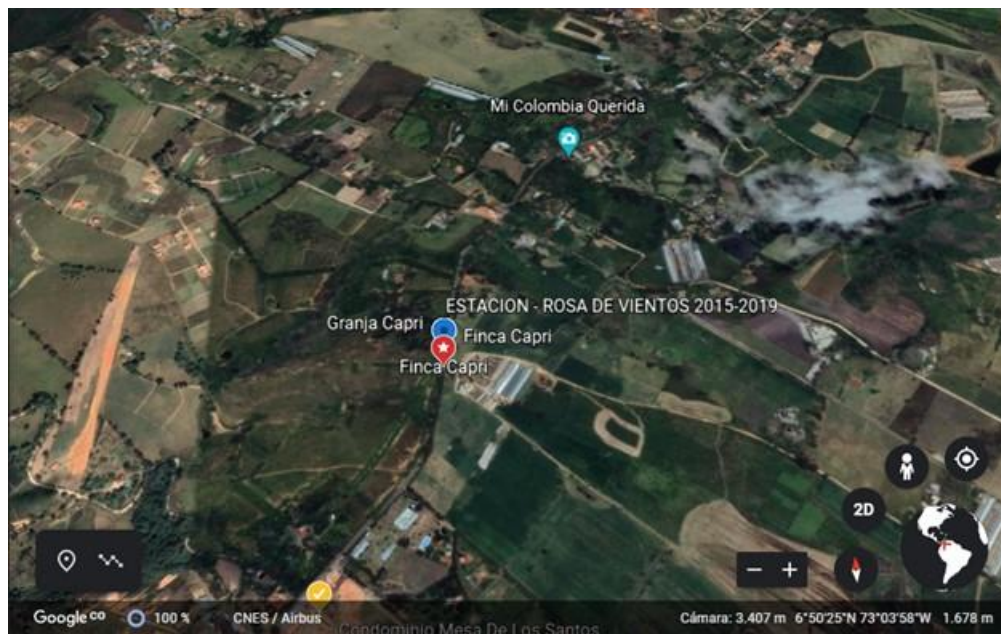
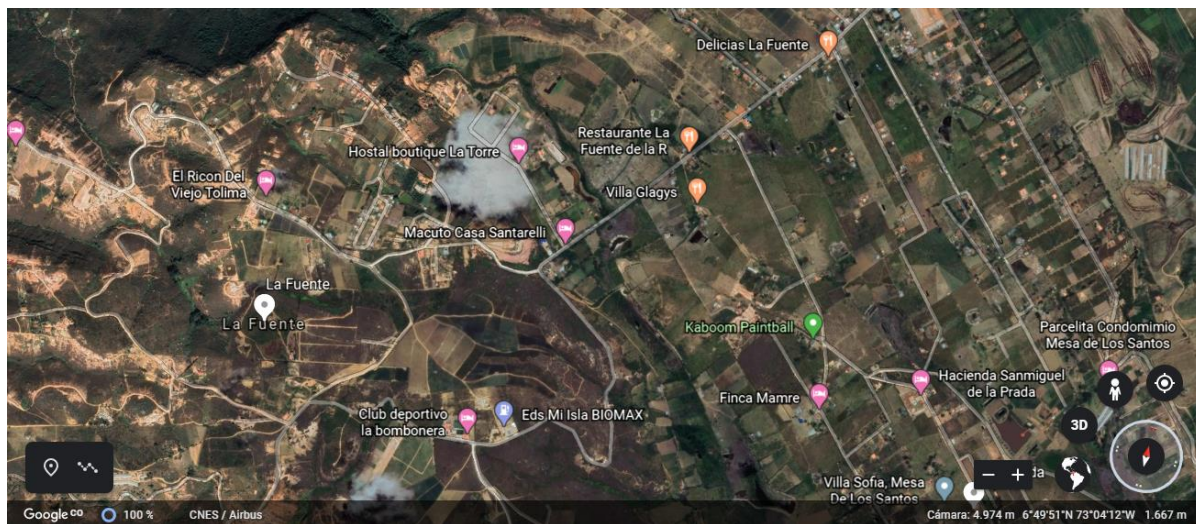


Figura 22. Ubicación Estación meteorología.



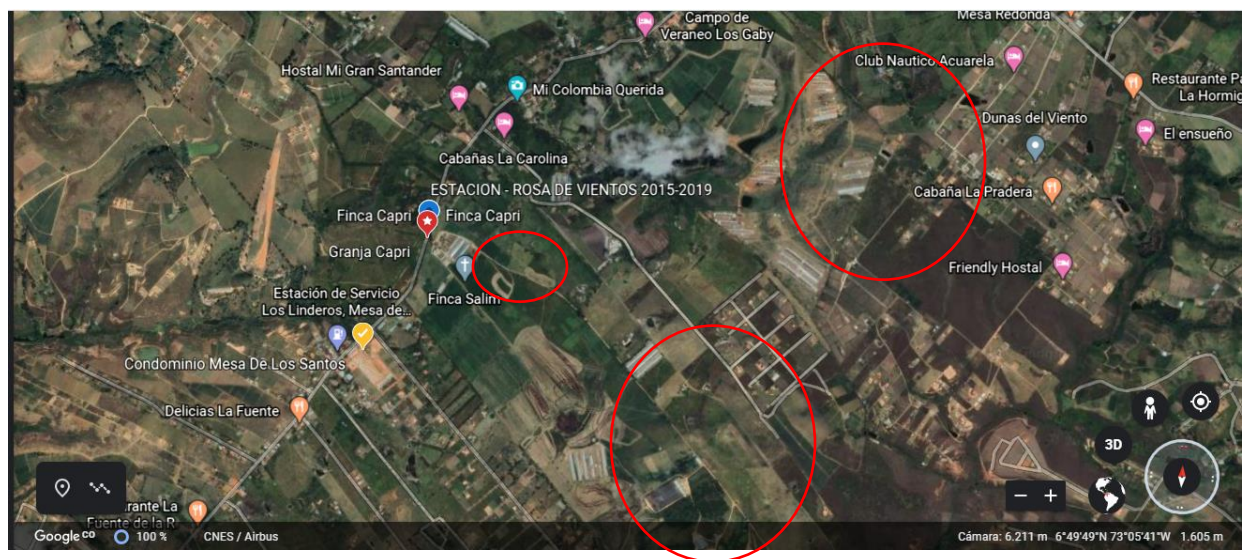


Figura 23. Ubicación Vereda La Fuente



Figura 24. Ubicación Vereda La Cañada

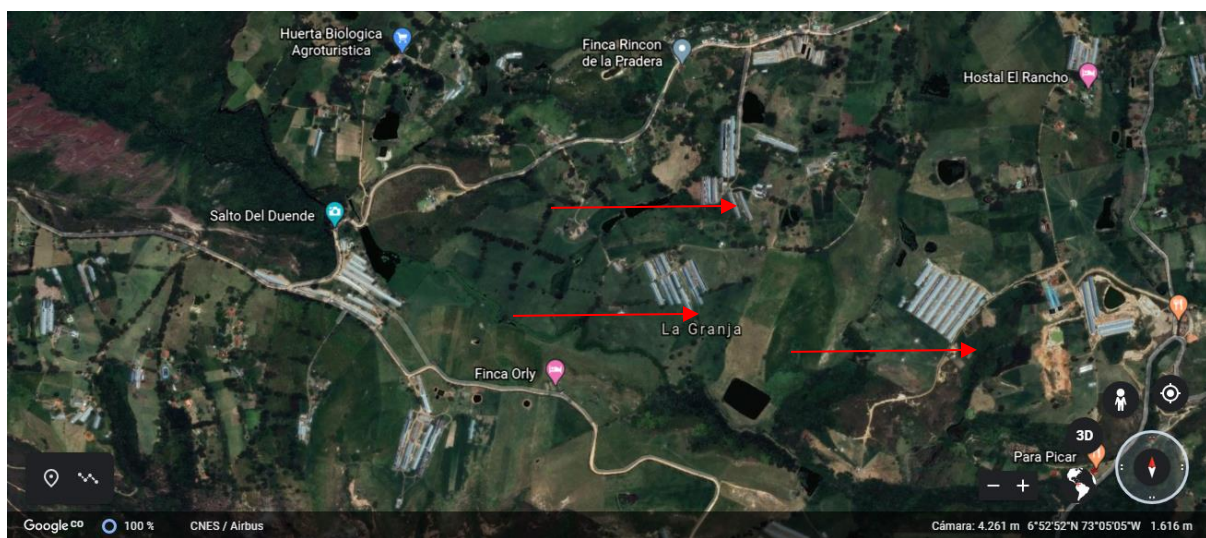


Figura 25. Ubicación Vereda El Verde (el duende)

Realizando la superposición de las rosas de vientos en los dos puntos específicos en el área de estudio, y realizando la ubicación de algunas de las granjas avícolas, veredas que representan terrenos de aprovechamiento pecuario, áreas de asentamientos humanos, así como áreas de

importancia turística, es posible establecer la relación entre la meteorología de la zona y la problemática percibida por la población.

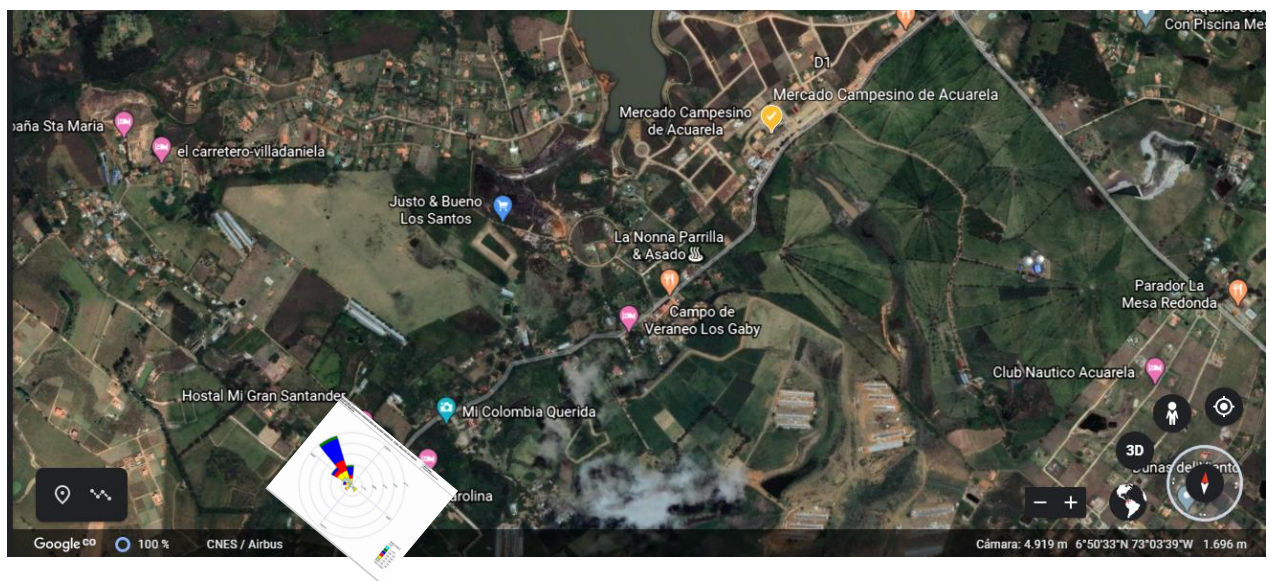
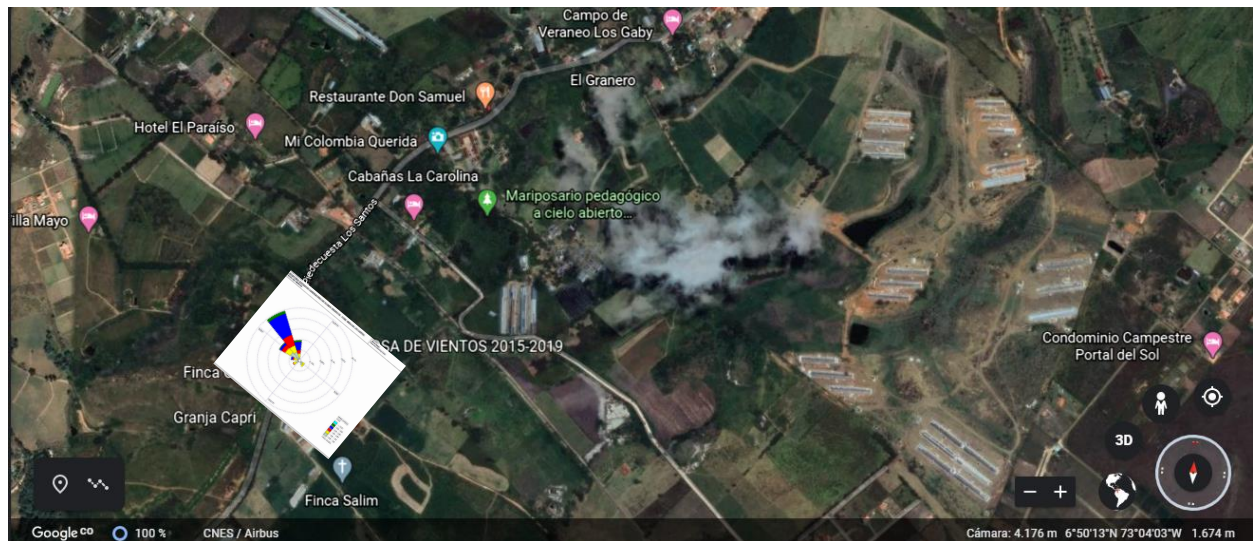


Figura 26. Superposición de Rosa de vientos en mapa de la zona

Una vez revisadas las condiciones meteorológicas de la región de estudio, en específico dirección y velocidad del viento, precipitación y temperatura obtenida en la estación, la ubicación de parcelaciones, asentamientos, veredas y fincas de aprovechamiento avícola, y el comportamiento de los gases generados en los diferentes procesos agrícolas, y propios del desarrollo y expansión territorial de la región, se observa que en las veredas La Fuente, El Verde y La Cañada, se encuentran ubicadas la mayor cantidad de predios destinados a aprovechamiento avícola, adicionalmente, que en las Veredas La Fuente y El Verde se encuentran los principales asentamientos y complejos habitacionales recreativos de la región, los cuales responden a la expansión turística de La Mesa.

Como arriba se menciona, la rosa de vientos nos permite identificar a partir de la dirección de vientos predominante en el sector de estudio, los gases generadores de olores ofensivos provienen principalmente de los asentamientos ubicados en dirección Sur-Este y son llevados hacia el Oeste-Nor Oeste con una predominancia de velocidades entre 0.5 y 3 m/s, lo que genera que todo el sector de la Vereda El Verde (El Duende) sea el que presente mayor afectación por olores ofensivos.

El texto Meteorología para la dispersión atmosférica de Julián Bedoya, 1990, la atmósfera es un sistema dinámico en donde la estabilidad cambia continuamente dependiendo de la hora del día, la presencia de nubes, el tipo de vientos, la temperatura de la superficie y la cantidad y tipo de contaminante. Las consecuencias de la descarga o emisión hacia la atmósfera están directamente ligada a las condiciones de los gases generadores de la problemática. En el caso del Amoniaco y el metano, considerados gases ligeros, por su densidad menor que la del aire, sus vapores se dispersan por completo en la capa más cercana al suelo, lo que indica que este gas alcanzará largas distancias de dispersión si la velocidad del viento es considerable y existe predominancia

específica en una dirección, pues su desplazamiento será dependiente únicamente de la velocidad y no de la turbulencia, comportamiento que permite evidenciar por parte de la comunidad de la vereda El verde, donde se encuentra el área de mayor relevancia turística, donde se encuentran ubicados lugares como el Mercado Campesino, Club Acuarela, parcelaciones de uso recreativo entre otras.

Con respecto a la población ubicada en la dirección Sur-Este, de donde se producen los compuestos arriba mencionados siendo la dirección circundante a las granjas avícolas, el rango de velocidad es menor encontrándose entre 0.5 – 1.5 m/s, generando que para la población de este sector, aunque existe arrastre de los gases el impacto es menor, es decir, la población ubicada en condominios y parcelas de la vereda La Fuente, aunque perciben los olores por el comportamiento propio del viento y su predominancia, la percepción es probablemente menos generalizada.

Teniendo en cuenta la mención anterior con respecto al ordenamiento del territorio rural, el uso del suelo condicionado, en donde se encuentra la industria avícola, ganadería y similares, se encuentran anclados a acuerdos de producción limpia en sus procesos y al cumplimiento de los requerimientos de la autoridad ambiental para su funcionamiento dentro de la zona. Partiendo de este requerimiento el EOT 2003, componente Rural modelo Territorial, establece la Normatividad Sector Avícola en Suelos Rurales De Producción En El Municipio De Los Santos, definiendo las condiciones específicas a las zonas del municipio destinadas a la agricultura y/o ganadería con o sin restricciones y estableciendo áreas sin restricciones son las que presentan un equilibrio ambiental, son aptas para desarrollar actividades agropecuarias con alto grado de sostenibilidad, bajo ciertas regulaciones y restricciones ambientales, dado el carácter intensivo, moderado o leve de las explotaciones; mientras que las áreas con restricciones corresponden a los sistemas agroforestales se definen como los usos que armonizan los cultivos agrícolas y forestales.

DISTANCIAS MINIMAS A:	
AREAS URBANAS Y SUBURBANAS	600 metros en línea recta
FUENTES HIDRICAS	100 metros a nacimientos y 30 metros a cauces de fuentes hídricas permanentes o no.
OTRAS GRANJAS AVICOLAS	50 metros
VIAS PRIMARIAS	50 metros
VIAS SECUNDARIAS Y Terciarias	30 metros
AISLAMIENTO A OTROS PREDIOS	50 metros
AREA MINIMA DE LA GRANJA	
POLLO DE ENGORDE	5 Hectáreas
PONEDORA – REPRODUCTORA	10 Hectáreas
% MAXIMO DE OCUPACION DEL PREDIO EN USO AVICOLA	8 % del total del predio.
MANEJO DE RESIDUOS Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS	
MANEJO DE LA GALLINAZA Y POLLINAZA.	Sanitización. Las avícolas tendrán un plazo de 3 años para adoptar un sistema de Estabilización completa para las gallinazas y pollinazas que se utilizaran en usos agrícolas.
TRATAMIENTO DE LA MORTALIDAD	Compostaje
TRANSPORTE DE GALLINAZA	Para el transporte de Gallinaza y pollinaza los productores se regirán por lo estipulado en la Resolución del ICA para este fin.
MANEJO DE AGUAS RESIDUALES	Sistemas de Pozo séptico y fitodepuración.
MITIGACION DE OLORES	Implementación de sistemas de barreras vivas medias y altas en el perímetro de los galpones.
MANEJO PAISAJISTICO Y DE TALUDES POR MOVIMIENTO DE TIERRAS	Se realizara el manejo de los taludes, pradización, canales para recolección de aguas lluvias, revegetacion y arborización.
OTRAS NORMAS	
1. El número de galpones por hectárea estará asociado a la disponibilidad de agua, tanto en abastecimiento como en su disposición final. 2. El aprovechamiento de las aguas lluvias será obligatorio para todas las granjas avícolas. 3. se destinara el 10% del área del predio para la reforestación. 4. En áreas con pendientes mayores al 75% se prohíbe cualquier tipo de construcción, incluidas vías, ductos etc. y se destinaran para la reforestación y protección ambiental. 5. Toda actuación de construcción deberá tramitar previamente licencia de construcción ante la oficina de Planeación Municipal o quien haga sus veces, como mínimo deberá anexar un plano topográfico, plano de la ubicación del galpón, plan de vías, plano Arquitectónico de la vivienda del trabajador, plano estructural de los Galpones, cortes y taludes y descripción de las obras de mitigación de impactos ambientales. 6. Se recomienda para esta área que la actividad avícola sea de gallinas productoras y ponedoras, para minimizar los efectos contaminantes por la generación de pollinaza, en las explotaciones de pollos de engorde.	

Figura 27. Requerimientos sector avícola. Adaptada de EOT Los Santos. 2003. Componente Rural modelo Territorial.

NORMAS.	
1. Se prohíben el establecimiento de nuevas granjas avícolas en las áreas de uso suburbano de Manejo Especial. 2. Las Granjas ubicadas dentro de esta área no podrán ampliar el Número de galpones. 3. Las avícolas ubicadas en la zona suburbana de Manejo Especial deberán implementar un sistema de Estabilización completa para el manejo de la gallinaza y pollinaza en un termino no mayor de 3 años y 6 años para Reconversión a Producción Limpia que sea compatible con el uso suburbano en donde se localizan. Las avícolas que no adopten estos sistemas en los plazos estipulados deberán reubicarse a áreas de uso rural. 3. Implementaran sistemas de mejoramiento paisajístico mediante reforestación y repoblación vegetal en las áreas perimetrales a los galpones para disminuir el impacto visual que causan al paisaje.	
MANEJO DE RESIDUOS Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS	
MANEJO DE LA GALLINAZA Y POLLINAZA.	Sanitización, según la resolución del ICA. Las avícolas tendrán un plazo de 3 años para adoptar un sistema de Estabilización completa para las gallinazas y pollinazas que se utilizaran en usos agrícolas.
TRATAMIENTO DE LA MORTALIDAD	Compostaje
TRANSPORTE DE GALLINAZA	Para el transporte de Gallinaza y pollinaza los productores se regirán por lo estipulado en la Resolución del ICA para este fin.
MANEJO DE AGUAS RESIDUALES	Sistemas de Pozo séptico y fitodepuración.
MITIGACION DE OLORES	Implementación de sistemas de barreras vivas medias y altas en el perímetro de los galpones.
MANEJO PAISAJISTICO Y DE TALUDES POR MOVIMIENTO DE TIERRAS	Se realizara el manejo de los taludes, pradización, canales para recolección de aguas lluvias, revegetación y arborización.
FUENTES HIDRICAS	100 metros a nacimientos y 30 metros a cauces de fuentes hídricas permanentes o no. Los galpones ubicados dentro de estas áreas de protección hídrica deberán ser reubicados dentro de la misma granja avícola.
OTRAS NORMAS	
1. El aprovechamiento de las aguas lluvias será obligatorio para todas las granjas avícolas. 2. Se destinara el 10% del área del predio para la reforestación. 3. En áreas con pendientes mayores al 75% se prohíbe cualquier tipo de construcción, incluidas vías, ductos etc. y se destinaran para la reforestación y protección ambiental.	

Figura 28. Requerimientos sector avícola. Adaptada de EOT Los Santos. 2003. Componente Rural modelo Territorial.

Al establecer lineamientos específicos sobre el manejo y mitigación de los impactos generados por el aprovechamiento avícola, y la ganadería en áreas de uso de suelo condicionado, con o sin restricciones según las características ecosistémicas de la zona de ubicación de la industria, se direccionan las políticas al manejo responsable de los recursos, y a la generación de zonas estratégicas y sostenibles ambientalmente, al definir un accionar específico para cada tipo de proceso. Sin embargo, estas normas, a la fecha, aunque permanecen vigentes, no garantizan con las condiciones actuales de crecimiento de la zona tanto a nivel de industria avícola, ganadería y sector turístico y de ocupación de predios las condiciones de sostenibilidad, es por ello que se han presentado problemáticas como la percepción de olores ofensivos, pues el número de aves y de predios intervenidos en actividades agrícolas supera la proyección de la planeación que en 2003 se realizó.

Es evidente que a nivel municipal fue identificado que el sector avícola en la región representa relación directa con la sostenibilidad ambiental y económica de la región, así como la importancia de las medidas de control y estrategias que como determinantes del territorio permitan prevenir, controlar, y mitigar la afectación directa que estos procesos tienen sobre los recursos naturales. Desde el esquema de ordenamiento territorial, aún vigente en el municipio, se establecieron normas y lineamientos enfocados a este sector, los cuales establecían desde ese momento las acciones que las granjas avícolas debían mantener para el manejo sostenible de las zonas de influencia de sus procesos. Desafortunadamente, el acelerado crecimiento del sector, evidenciado en el aumento de la capacidad de ocupación en las granjas, causa principal del incremento en la cantidad de los residuos propios de los procesos de cría y engorde de aves, y la poca inversión en sistemas de control y manejo de los mismos, así como las actividades propias de conservación de

la calidad de los recursos, desencadenó que la generación de gases como el amoníaco y el metano, fuesen más perceptibles por la comunidad de la zona.

Partiendo de las condiciones propias de la micro región Sector Mesa de Los Santos, es claro que el impacto directo por la presencia de olores ofensivos en las zonas de mayor crecimiento turístico, ocasiona que esta problemática se haya hecho más visible y que con urgencia la autoridad ambiental y el ente gubernamental municipal tomara acciones hacia la mitigación y control de esta problemática ambiental, pues el deterioro de un recurso, puede contribuir también al deterioro de las condiciones económicas de la región desde el contexto turístico, lo que para el municipio y su población acarrearía además un desequilibrio directamente relacionado con la sostenibilidad económica y social, pues la reducción de ingresos y oferta laboral que este sector aporta es de gran importancia para el desarrollo en la zona de estudio.

11. Metas e indicadores que garanticen la sostenibilidad ambiental en la Sector Mesa de Los Santos

En cuanto a olores ofensivos, la sostenibilidad ambiental en la Sector Mesa de Los Santos está directamente relacionada al manejo de los residuos generados por la explotación avícola en el sector y a las estrategias que desde la Alcaldía Municipal se implementen para realizar seguimiento y verificación a esta problemática de contaminación atmosférica evidente y percibida por la población. Como se ha mencionado en capítulos anteriores, la sostenibilidad y el ordenamiento se encuentran relacionados, y en el caso de estudio objeto de este documento, estos dos

componentes deben estar ligados a las políticas y planes de acción que se ejecuten por el ente administrador municipal. Teniendo en cuenta que el Plan de Desarrollo 2016-2019 no proyecta metas ni resultados enfocados a la mitigación de olores ofensivos en el Municipio, este documento presenta una propuesta para establecer una línea de seguimiento y verificación del cumplimiento de las acciones ambientales que llevan a cabo las industrias y sectores productivos que generan compuestos odoríferos dentro de sus procesos.

Partiendo de lo que se definió en el EOT 2003 del Municipio de Los Santos, en su aparte Normatividad Sector Avícola en Suelos Rurales De Producción En El Municipio De Los Santos, en donde se establecen lineamientos para la verificación y control de los impactos generados por el sector avícola, se proponen las siguientes metas e indicadores proyectados a los sectores avícolas y pecuarios en la zona de La Sector Mesa de Los Santos:

Tabla 10. *Metas e indicadores.*

EJE No.	Nombre EJE	Meta producto	Porcentaje De Alcance	Indicador producto	Responsable
		Realizar	60%	No. de granjas avícolas existentes / permisos aprobados ante planeación-ICA	Planeación Municipal - ICA
	Crecimiento y Desarrollo Económico Productivo	verificación continua de la capacidad instalada en las granjas avícolas	80%	No. de aves / área del galpón	
			80%	Número de galpones / hectárea de capacidad instalada	

Tabla 10. (Continuación)

EJE No.	Nombre EJE	Meta producto	Porcentaje De Alcance	Indicador producto	Responsable
3	Crecimiento y Desarrollo Económico Productivo	Verificar la extensión del sector pecuario, y la capacidad/número de animales estabulados	60%	No. de fincas existentes de uso pecuario / permisos aprobados ante planeación-ICA	Planeación municipal - ICA
			40%	Extensión actual de zonas aptas para uso pecuario / Hectáreas de terrenos usados en aprovechamiento pecuario	
			80%	No. de aves / área del galpón	Planeación municipal – Auxiliar ambiental
	Medio ambiente y Gestión de riesgos	Verificar la disponibilidad del recurso hídrico asociado a la capacidad instalada de las granjas avícolas	60%	No. de granjas avícolas existentes / no. de concesiones de agua aprobadas por la CAS	

Tabla 10. (Continuación)

<i>EJE No.</i>	<i>Nombre EJE</i>	<i>Meta producto</i>	<i>Porcentaje De Alcance</i>	<i>Indicador producto</i>	<i>Responsable</i>
3	Medio ambiente y Gestión de riesgos	Producción de pollinaza en granjas avícolas	60%	No. de granjas avícolas existentes / No. de granjas gallinas productoras	
			70%	No. de granjas avícolas existentes / No. de granjas gallinas ponedoras	
			70%	No. de aves / área del galpón	

Las metas e indicadores propuestos para el seguimiento de la actividad avícola y pecuaria en el sector, permitirá que las acciones descritas en el EOT 2003 realmente sean aplicadas e implementadas, y que la expansión de la explotación de estas actividades agropecuarias se mantenga dentro de los lineamientos de ordenamiento territorial y genere acciones ligadas a la sostenibilidad del Municipio, pues como ya se ha venido mencionando, debido a la ubicación y centralización de las granjas en zonas específicas del municipio, y la relación directa con la predominancia del viento, la afectación y percepción de olores ofensivos se presenta principalmente en la zona de mayor crecimiento turístico. Ahora bien, es importante que la información se encuentre actualizada, no sólo en cuanto a capacidad instalada de las granjas o los terrenos de aprovechamiento pecuario, también con respecto a la inversión y tecnologías que las empresas avícolas implementan para la mitigación de esta problemática. Por lo anteriormente expuesto, además de proponer indicadores para el seguimiento a la expansión del sector, se proponen algunos indicadores de relevancia ambiental enfocados al manejo de residuos en las

granjas y a las tecnologías que allí se implementan o bien a la inversión que en materia ambiental realizan:

Tabla 11. *Metas e indicadores propuestos para la identificación de estrategias en manejo de residuos.*

Eje No.	Nombre Eje	Meta Producto	Porcentaje De Alcance	Indicador Producto	Responsable
3	Medio ambiente y Gestión de riesgos	Cantidad de residuos generados en granjas avícolas	50%	No. de aves en área de explotación	Planeación – Auxiliar ambiental - CAS
Eje No.	Nombre Eje	Meta Producto	Porcentaje De Alcance	Indicador Producto	Responsable
3	Medio ambiente y Gestión de riesgos	Inversión en tecnologías ambientales para el control de olores ofensivos	40%	Caracterización de los sistemas de control o estrategias que se implementan para mitigar y reducir las emisiones de compuestos odoríferos	Planeación municipal - CAS

Con el fin de establecer claramente los indicadores ambientales que permitan llevar a cabo y desarrollar las acciones de seguimiento y control para la mitigación de olores ofensivos generados por los procesos productivos en granjas avícolas en la Sector Mesa de Los Santos, y que de esta forma se garanticen los componentes de sostenibilidad propios de ésta región, se propone su construcción a través del esquema PER, Presión-Estado-Respuesta, propuesto por Environment Canadá y la OCDE (OCDE, 1993) (SEMARNAT, s.f.).

El esquema PER está basado en una lógica de causalidad: las actividades humanas ejercen presiones sobre el ambiente y cambian la calidad y cantidad de los recursos naturales (estado). Asimismo, la sociedad responde a estos cambios a través de políticas ambientales, económicas y sectoriales (respuestas) (OCDE, 1993). Este modelo parte de cuestionamientos simples (SEMARNAT, s.f.):

- ¿Qué está afectando al ambiente?
- ¿Qué está pasando con el estado del ambiente?
- ¿Qué estamos haciendo con respecto a esta problemática?

Es importante señalar que, si bien resulta un esquema lógico en términos de la relación entre presiones, estado y acciones, sugiere una relación lineal de la interacción entre las actividades humanas y el ambiente, la cual no suele ser cierta y oculta los aspectos complejos de estas interacciones. En este esquema de organización, los indicadores se clasifican en tres grupos: presión, estado y respuesta (SEMARNAT, s.f.).



Figura 29. Modelo PER. Adaptado de (SEMARNAT, s.f.)

Para el caso de estudio el modelo PER se formula de la siguiente forma:



Figura 30. Estudio el modelo PER

Con el fin de establecer las acciones que permitan mitigar los olores ofensivos en la micro región y el impacto directo a las áreas que por efectos y predominancia de variables meteorológicas perciben molestias por olores ofensivos propios de los procesos de explotación avícola, se formulan los indicadores de Respuesta, a través de los cuales se presentan los esfuerzos que realiza la sociedad, las instituciones o gobiernos orientados a la reducción o mitigación de la degradación del ambiente. En general, las acciones de respuesta están dirigidas hacia dos objetivos: i) los agentes de presión y ii) las variables de estado (SEMARNAT, s.f.):

11.1 Indicador de inversión en tecnologías limpias

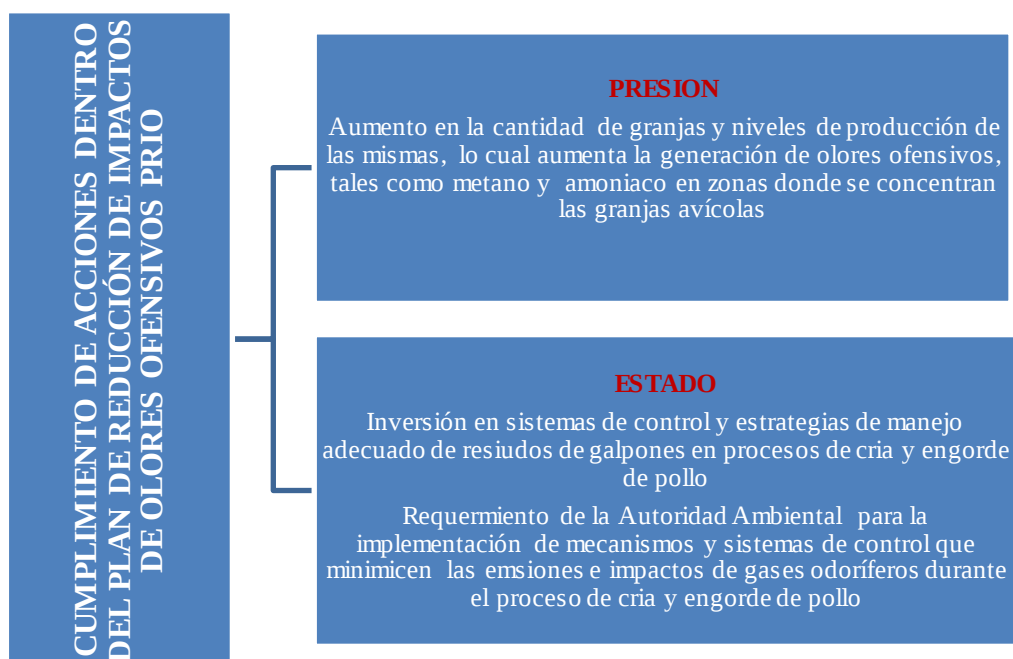


Figura 31. Inversión tecnologías limpias

El Plan de Reducción de Impactos de Olores Ofensivos PRIO, se convierte en una estrategia clara y eficaz ante la implementación de acciones en cumplimiento de los requerimientos ambientales para las empresas que por procesos productivos generan olores ofensivos como es el caso del sector avícola. Desde FENAVI, se diseña el manual de buenas prácticas disponibles para la mitigación de olores ofensivos en la industria avícola, dirigido a productores y asesores ambientales del sector avícola, a partir de la expedición de la Resolución 1541 de 2013 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, “Por 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” (Fenavi, 2013).

La inversión en sistemas de control de emisiones atmosféricas se soporta directamente en el cumplimiento de los PRIO, debido a que éstos describen claramente las acciones que desde los sectores deben llevarse a cabo para mitigar los impactos generados por olores ofensivos, en concordancia con la resolución 1541 de 2013. Su aplicación en el caso del sector avícola integrado al manual arriba mencionado, permite que las acciones se proyecten de una forma más eficiente y se direccionen las inversiones hacia la aplicación de sistemas de control y mecanismos que permitan reducir las concentraciones de gases odoríferos, y por ende la percepción de olores y generación de molestias en la población del área de influencia.

El Municipio de Los Santos, a través de su oficina de planeación y la Corporación Autónoma de Santander CAS, ha venido realizando el seguimiento al cumplimiento de las acciones tomadas por algunas de las granjas avícolas, en la elaboración del PRIO y su implementación para la mitigación de olores ofensivos. El seguimiento a los PRIO deberá evidenciar dos aspectos fundamentales para considerar y lograr el enfoque en el control de olores ofensivos en la zona: uno, la adopción de procesos tecnológicos in situ que, sin afectar los niveles de producción, minimicen las afectaciones previsibles por las comunidades; dos, la minimización o eliminación de requerimientos o seguimientos sancionatorios por parte de la autoridad ambiental, a causa de olores ofensivos.

Además, este indicador debe ser promovido desde la administración municipal como mecanismo de cumplimiento al ODS12, producción y consumo sostenible, con lo cual, puede presentar ante el gobierno nacional y organismos internacionales y multilaterales, el mejoramiento sostenible de los procesos productivos y el ambiente municipal, con fines de gestión de recursos económicos de aplicación social, de forma tal que se logre mejorar los ingresos económicos municipal para la inversión en mejoramiento de infraestructura social, básicamente, vial y de

saneamiento, con lo cual, las estrategias que se enmarquen en este indicador, serán un enfoque efectivo como generador de sostenibilidad de la región afectada.

Las estrategias establecidas en la planeación municipal deben definir para el manejo de la economía una línea de acción que establecen condiciones de regulación de entradas y salidas de los sistemas productivos, en las entradas optimizando la toma de recursos naturales, minimizando los daños al entorno natural sin detener las demandas de insumos de los sistemas productivos y por otra parte, regular los residuos salientes de producción de forma tal que se minimicen en cantidad y capacidad de afectación. Esa regulación asociada a las dinámicas de producción, tiene una repercusión directa sobre los ecosistemas presentes en las zonas de influencia de las actividades productivas que se intervengan.

11.2 Indicador de cumplimiento de lineamientos de ordenamiento del territorio

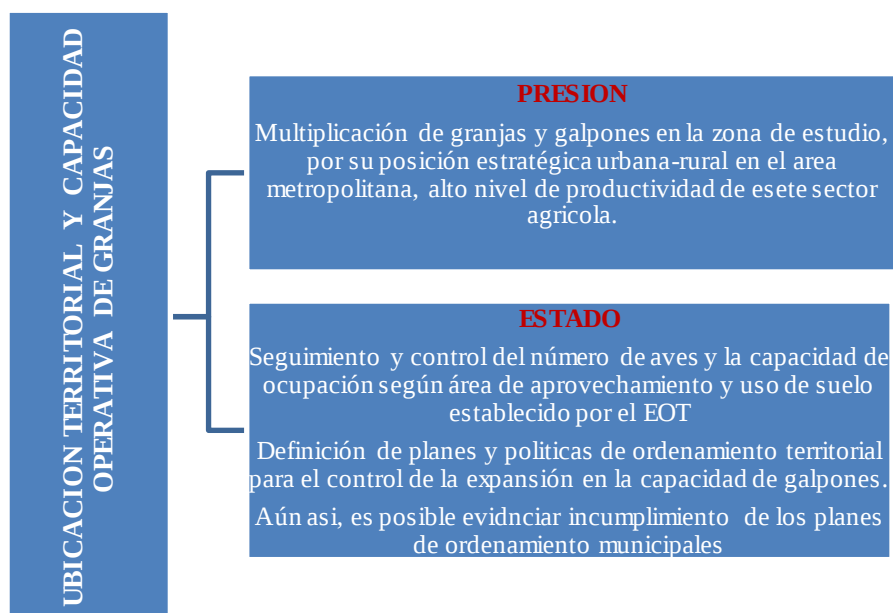


Figura 32. Lineamientos de ordenamiento del territorio

La actualización del esquema de ordenamiento territorial es la principal necesidad que se evidencia en el municipio, debido a que aún se encuentra vigente el desarrollado en 2003. Esta falencia genera que los planes de ordenamiento, aun cuando proyecten acciones enfocadas en los ejes de desarrollo de la región, las características y procesos de expansión territorial han modificado considerablemente los usos del suelo y el ordenamiento del territorio, ocasionando que las metas definidas en la planeación del cuatrienio puedan verse afectadas en el cumplimiento.

El actual EOT del municipio no contempla los niveles de ocupación, ni las actividades urbano rurales que se han consolidado en el sector de la Mesa, por lo cual, estas actividades desarrollan algunas de sus procesos sin guardar concordancia con las regulaciones territoriales vigentes en el municipio, fundamentalmente por la pérdida de vigencia de estas regulaciones, tanto en sus vigencias administrativas, como en las dinámicas de transformación del territorio.

Este indicador es una estrategia fundamental para que el municipio y la actividad productiva del sector agrícola, se hagan visibles como entidades y procesos cumplidores de los ODS, en lo específico, ODS 15, Protección de ecosistemas terrestres, dado que regularizar y reglamentar la ubicación de granjas y galpones, debe responder a las condiciones climáticas y topográficas del región, con lo cual, la protección de los ecosistemas es una consecuencia lógica de su aplicación, dado que el escenario territorial deberá contemplar como primera variable de su ocupación, con lo cual las actuales granjas se verán forzadas a redimensionar sus procesos ajustándose paulatinamente a la nueva visión de territorio y las nuevas iniciativas, deberán asentarse en el territorio, solo contemplando su equilibrio sobre la consolidación del territorio.

Este indicador y los aportes a la consecución de metas del ODS 15, constituyen un elemento muy importante para la sostenibilidad de la región dado que la consolidación del territorio es la base para la construcción de dinámicas sociales y económicas, bajo la priorización de las

ambientales. En la reformulación del EOT municipal, las directrices que se generan desde el ODS15 deberán ser contempladas como directrices, para que la disposición sobre el municipio parta de reconocer sus fortalezas ecológicas y la disponibilidad, protección y conservación de los recursos naturales, a partir de lo cual, organizar las actividades sociales y de ellas, las actividades económicas. Indudablemente, el sector avícola, integral las dinámicas de estas áreas de análisis, por consiguiente, su ubicación dentro de una nueva visión de territorio ordenado, deberán ser una columna sólida para la sostenibilidad y calidad de vida en esta región

11.3 Indicador de manejo adecuado de residuos

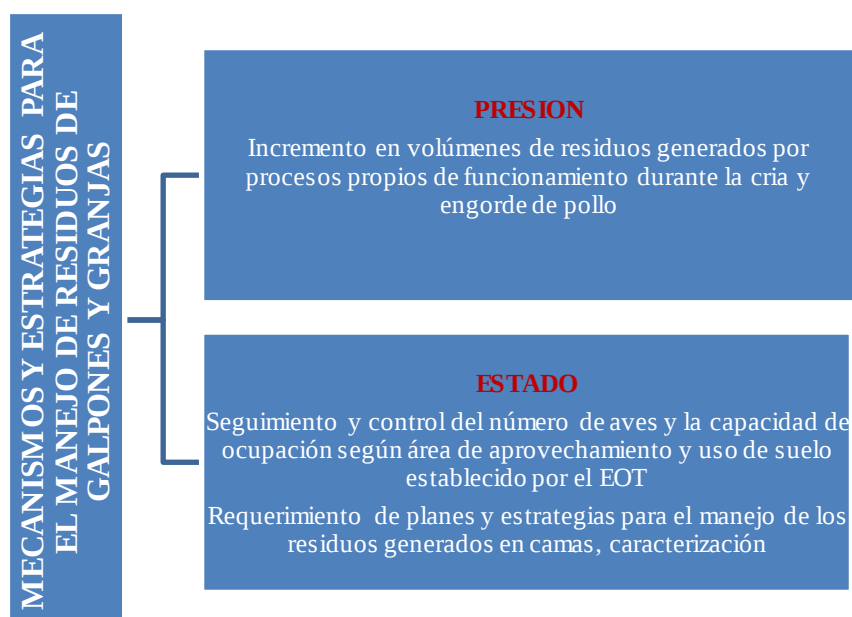


Figura 33. Manejo residuos

Este indicador permite directamente mantener actualizado en el Municipio de Los Santos la información correspondiente al crecimiento del sector en las veredas de la región. Actualmente, según información suministrada por personal de la oficina de planeación municipal, no existe un censo desde la autoridad municipal que permita definir la relación entre el número de aves, tamaños de las granjas y los residuos generados, lo que amplía la brecha que existe en la falta de gestión ambiental del municipio, la conservación de la biodiversidad y la calidad de los recursos naturales, riqueza de la región.

Es claro que este indicador debe consolidarse como una herramienta de planeación pública, altamente significativa para el municipio, dado que permitirá cuantificar la relación producción-generación del sector avícola del sector la Mesa, indicador con el cual deberá establecerse prioridades significativas para el equilibrio ambiental, social y económico del territorio municipal.

Este indicador tiene un importante papel en relación los ODS 12 y 15, ya que, al generar condiciones de intervención y cuantificación de entradas y salidas de los procesos avícolas, permitirá establecer acciones enmarcas den las metas de producción y consumo sostenible del ODS12, lo cual debe redundar en mayor eficiencia municipal de gestión de los residuos sólidos y en cadena directa, en las cantidades y calidades que se disponen como insumos reciclados en los procesos agrícolas de la finca, pero también en los que se entregan para disposición final en el relleno sanitario del carrasco, el cual a la fecha tiene colmada su capacidad de almacenamiento. Por otra parte, la regulación de estos residuos generara condiciones más favorables para la existencia de flora y fauna, natural y doméstica en la zona, condición enmarcada en el ODS 15 y lo cual puede generar condiciones favorables para fortalecer, además, el turismo que hace uso de la zona.

11.4 Indicador de calidad de aire

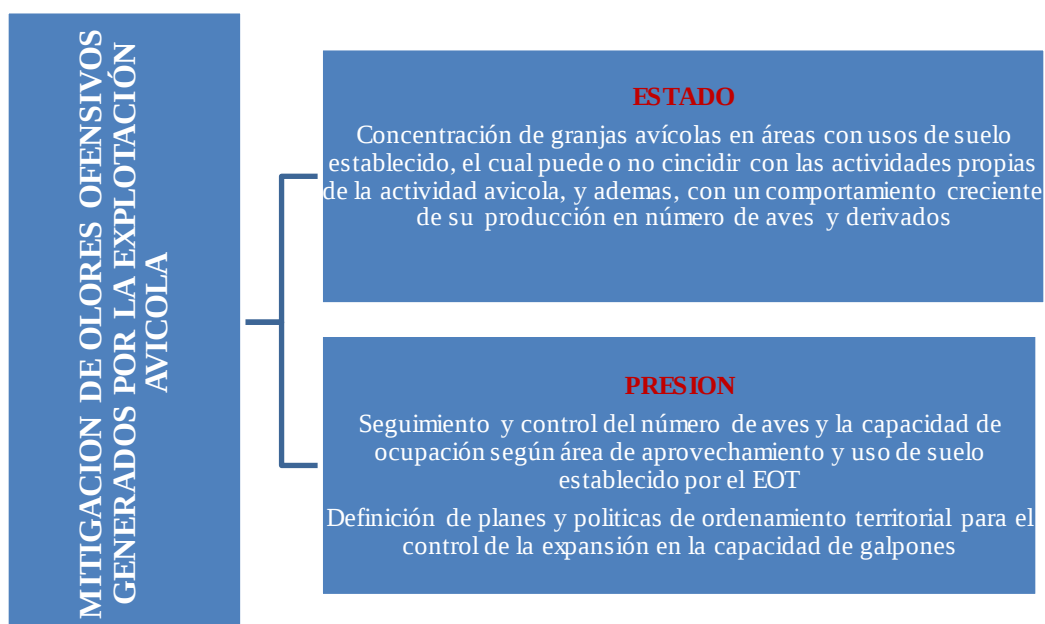


Figura 34. Calidad de aire

El indicador enfocado al seguimiento de la calidad del aire en la región permite establecer específicamente las acciones que deben someterse a control por parte de la autoridad municipal y la autoridad ambiental de jurisdicción, el número de aves está directamente relacionada a los residuos generados y a su vez a las concentraciones de metano y amoníaco que se producen en los procesos de explotación avícola, permitiendo que los planes de desarrollo establezcan metas reales para el mejoramiento de la calidad del recurso aire en la zona.

Durante la revisión se evidencio que dentro de los planes de desarrollo 2012-2015, 2016-2019, no existe vinculación alguna a acciones dentro del eje estratégico de gestión del riego y medio ambiente que permita realizar verificación del cumplimiento ambiental del sector avícola en la

reducción de las emisiones de gases odoríferos y las estrategias implementadas para la mitigación de olores ofensivos generados en sus procesos.

Este indicador permite desarrollar a nivel municipal estrategias que aporten a la consolidación de metas del ODS 3 Salud y bienestar, dado que el control y mitigación de olores beneficiará significativamente el contexto económico y social de la zona, dado que el entorno será percibido con mejores condiciones de salubridad, incrementando el interés del sector como zona de recreación, esparcimiento y descanso, cercana y de fácil acceso desde el área metropolitana de Bucaramanga. Así mismo, se puede evidenciar integración con el ODS 12, dado que el control de olores deberá ser consecuencia directa de mejoramiento de los sistemas, dinámicas y procesos de producción avícola.

Para el municipio, este indicador debe tener un especial papel en la construcción de sus políticas públicas de gestión territorial, fortalecimiento del sector agropecuario y consolidación de entornos de vida sano. La proliferación de olores, de manera natural por las dinámicas de vientos, resulta un impacto que puede abarcar grandes superficies de terreno, afectando integralmente las actividades y formas de ocupación que se haga de este. Para el municipio de los Santos mejorar su imagen salubre constituirá un posicionamiento más fuerte como territorio complementario a la vida urbana del área metropolitana de Bucaramanga, constituido por espacios rurales salubres, habitables y vivibles, disponiendo además de actividades productivas responsables con su entorno y hasta potencia también su mercado laboral como buena alternativa de progreso para los habitantes de la zona.

Los indicadores de respuesta evidencian claramente que existen 4 puntos específicos que permitirán dar solución a la sostenibilidad del territorio en la Sector Mesa de Los Santos, mediante la integración de planes, programas y acciones específicas sobre los procesos de expansión

económicos de la explotación avícola y el crecimiento turístico de la población, así como la calidad de vida de los habitantes de la zona, y su percepción de la calidad de los recursos ambientales, y las condiciones que desde el ordenamiento el municipio mantiene para el aprovechamiento y manejo de los impactos generados por un sector que jalona la economía de la región.

12. Conclusiones

- El desarrollo económico, social y ambiental del Municipio de Los Santos, bajo el concepto de sostenibilidad y ordenamiento del territorio asociado a la mitigación de olores ofensivos, presenta falencias desde su planificación institucional, pues dentro del plan de desarrollo carece de metas integradas a estrategias que reduzcan la generación de compuestos odoríferos en los procesos identificados como la causa de la problemática evidenciada desde 2017 en la zona.
- La mitigación de olores ofensivos como problemática asociada a la contaminación atmosférica representa para la región la afectación en factores como calidad de vida, y reducción de la movilidad de la población flotante que hace parte del creciente desarrollo turístico en la zona. La percepción de malos olores genera incomodidad y malestar en los visitantes, así como la aparición de vectores y enfermedades respiratorias asociadas a la inhalación de compuestos como el amoníaco y el metano.
- La ordenación y sostenibilidad del territorio municipal requiere contemplar su vinculación con los Objetivos de Desarrollo sostenible, los indicadores estratégicos propuesto se enfocan fundamentalmente en los ODS 3, 12, 13 y 15, con lo cual se puede intervenir equilibradamente los

aspectos ambientales, sociales y económicos presentes en la zona de estudio. La administración municipal deberá poner especial atención en su integración al generar sus próximos planes estratégicos de intervención en el territorio.

- El Esquema de Ordenamiento Territorial 2003, presenta una línea que se encuentra desligada de la sostenibilidad ambiental y el ordenamiento ambiental del territorio, pues no evidencia continuidad y relación entre los componentes económicos y ambientales de la región, lo que imposibilita mantener seguimiento a la integralidad regional. Es urgente para la sostenibilidad ambiental que se priorice la actualización y entrada en operación de un Esquema de Ordenamiento territorial de segunda generación, en el cual la sostenibilidad y sus componentes ambientales, sociales y económicos, sean pilares de la ocupación del territorio y la consolidación y estabilidad de dinámicas económicas que impulsen calidad de vida y bienestar a sus habitantes.

- El crecimiento del sector avícola y pecuario en las veredas La Fuente y Cañadas, por su ubicación específica dentro del territorio de la Sector Mesa de Los Santos genera el impacto directo a la percepción de olores ofensivos en las zonas donde el crecimiento turístico y de ocupación de predios para uso recreativo es evidente. Es prioritario que el municipio desarrolle proceso de intervención enfocados en el cumplimiento de los indicadores propuestos en este estudio, los cuales contemplan beneficios para las condiciones de vida de los habitantes, protección y conservación de los ecosistemas presentes y fortalecimiento de las actividades productivas y económicas de la región

- El seguimiento de los componentes ambientales asociados a la degradación de la calidad del aire inherente a olores ofensivos generados en La Sector Mesa de Los Santos requiere la inclusión de metas e indicadores que evidencien el crecimiento de los sectores y la aplicación de tecnologías enfocadas en el aprovechamiento responsable de los recursos naturales y de la Biodiversidad.

- El ordenamiento del territorio está directamente ligado a la expansión económica, social y ambiental en la región, sin embargo, si no se mantiene actualizada la información de los sectores productivos de mayor relevancia, la gestión ambiental municipal carecerá de soporte y de acciones que permitan mantener los recursos y generar un aprovechamiento dentro del marco legal, generando que el municipio no identifique las verdaderas falencias y necesidades ambientales, desmejorando indirectamente la calidad de vida de su población.

13. Recomendaciones

- La zona de estudio, La Mesa de Los Santos, requiere una intervención integral y estratégica, desde políticas públicas de gestión municipal, pasando por fortalecimiento de las actividades agrícolas y pecuarias que se han establecido, hasta la educación o reeducación de los habitantes para transformar sus costumbres en nuevas y mejores dinámicas de vida. El municipio debe recomponer sus lineamientos y enfoques de ordenamiento territorial, el esquema existente data de 2003, teniendo ya más de 7 años de pérdida de vigencia técnica, en el entendido de los tres periodos político administrativo con el que deben ser formulado. El ordenamiento territorial es la carta de navegación de un municipio, por lo cual, es ahí donde se podrán incorporar las estrategias, planes y proyectos que intervenga las realidades territoriales equilibrando los componentes ambientales, sociales y económicos.

- La sostenibilidad territorial es una necesidad social y una responsabilidad política administrativa, dado que es la que impulsa mejores condiciones de vida para los habitantes. Esta

sostenibilidad debe ser impulsada desde la administración municipal para ser apropiada y operativizada desde las dinámicas económicas y productivas, con visión de protección, conservación y aprovechamiento de los recursos naturales disponibles en el territorio y liderado por los propios habitantes, para que se convierta en parte de las costumbres y dinámicas de vida de todos. Esto requiere fuertes proceso de educación ambiental y ciudadana y de establecer compromisos reales de integración de instancias público-privados, donde la reconversión de las estructuras productivas incorpore mejoras tecnológicas, promulgación de compromisos de responsabilidad social y acciones reales de fortalecimiento del territorio a partir de nuevas condiciones de producción.

- El municipio debe impulsar el conocimiento y apropiación de los Objetivos de Desarrollo sostenible, ODS, como columnas estratégicas del fortalecimiento, económico, social y ambiental de la región. Las comunidades deben conocer y apropiar la existencia de los ODS en sus dinámicas de vida, las actividades productivas deben comprometerse en aportar a sus resultados y en el caso de estudio, a mejorar sus mecanismos de entrada de recursos y salida de recursos como parte de la producción y consumo sostenible y como acción responsable frente a los ecosistemas presentes en la zona, pero también deben ser liderados por la administración municipal para que se incorporen en todas sus estrategias teniendo como meta fundamental la calidad de vida de los habitantes.

- La administración municipal y las granjas del sector avícola deben contemplar el análisis desarrollado en este estudio y los indicadores estratégicos propuestos, como el inicio de un proceso de trabajo articulado y corresponsable, donde se logre estabilidad de la producción avícola con evidencias de mejoramiento del entorno social y económico de influencia, de forma tal que las condiciones de saneamiento y salubridad de la zona se conviertan en una fortaleza de la oferta

turística de la zona, dado que esta actividad también constituye un pilar económico del as comunidades que habitan esta región.

Referencias bibliográficas

- A. Rezi and M. Allam,. (1995). Techniques in array processing by means of transformations . En *Control and Dynamic Systems Vol. 69* (págs. 133-180). San Diego: Academic Press.
- Almada, N. (2019). *Estrategia para la mitigación de olores generados por las explotaciones avícolas*.
- Ardila, & Edwin, M. (2016). *Cumplimiento de los criterios de ordenamiento territorial en la delimitación de zonas de protección ambiental en Colombia*. . *Dinámica Ambiental*, 1, 18.
- Asociación Española para la Calidad. (2004). *Centro Nacional de Información de la Calidad en Contaminación Odorífera*. 1–5. . Obtenido de http://www.aec.es/c/document_library/get_file?uuid=3527643c-0525-42fd-9943-1c881254e44f&groupId=10128
- Avery RC, Wing S, Marshall SW, Schiffman SS. (2004). *Odor from Industrial Hog Farming Operations and Mucosal Immune Function in Neighbors*. North Carolina: University of North Carolina.
- Barbusinski, K., Kalembe, K., Kasperczyk, D., & Kozik, V. (2017). *Biological methods for odor treatment - a review*. *Journal of Cleaner Production*. . Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.093>
- Berenger, M. (1994). *NTP 358: Olores: un factor de calidad y confort en ambientes interiores* *Madrid: Centro Nacional de Condiciones de Trabajo*. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

- Blanes-Vidal V, S. H. (2011). Residential exposure to outdoor air pollution from livestock operations and. *Science Direct*.
- Brancher, M., Griffiths, K., Franco, D., & De Melo Lisboa, H. (2017). *A review of odour impact criteria in selected countries around the world*. . Obtenido de In Chemosphere: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.11.160>
- Calidad., C. N. (2007). *Contaminación Odorífera*. España.
- CAS. (2015). *Corporación Autónoma Regional de Santander - Información Ambiental*. . Obtenido de <http://www.cas.gov.co/index.php/lacas/informacion-ambiental.html>
- Centro Nacional de Información de la calidad. (2007). *Contaminación Odorífera*. España.
- Chang, H., Zhao, Y., Tan, H., Liu, Y., Lu, W., & Wang, H. (2019). *Science of the Total Environment Parameter sensitivity to concentrations and transport distance of odorous compounds from solid waste facilities*. Obtenido de Science of the Total Environment, 651, 2158: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.134>
- Corpoamazonía. (2014). *Determinantes y asuntos ambientales para para el ordenamiento territorial en el departamento del amazonas*. Mocoa.
- Council, N. (2003). *Air Emissions from Animal Feeding Operations: Current Knowledge , Future Needs Air Emissions from Animal Feeding Operations :* . Current Knowledge , Future Needs. February.
- Fenavi. (2013). *Manual de buenas prácticas disponibles para la mitigación de olores en la industria avícola*. . In Fondo Nacional Avícola.
- Fenavi. (2016). *Caracterización económica del sector avícola en el departamento de Antioquia*.
- Grijalba, H., & Paz, D. (2019). *Criterios de Implementación ISO 22000:2018 Caso estudio sector Alimenticio*. 1–7. . Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/31565>

Homez, S. (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.*

ICONTEC. (2003). *NTC 6011*. Bogotá.

J., V.-V., H., A.-L., A. S., H.-C., F. C., G.-M., C., N.-G., & T., M. (2016). Buenas Prácticas De Manejo Y Emisiones De Amoniac En Explotaciones Avícolas. *Good Management Practices and Ammonia Emissions in Poultry Farms.*, 9(8), 38–44.
<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fap&AN=118231588&site=ehost-live>

Jacho, M. (2010). *Recomendaciones Prácticas para Reducir el Impacto Ambiental en Granjas Porcinas. La Gestión de los Gases*. Barcelona.

Kaeppler, K., & Mueller, F. (2013). *Odor classification: A review of factors influencing perception-based odor arrangements. Chemical Senses*, 38(3), 189–209. . Obtenido de <https://doi.org/10.1093/chemse/bjs141>

Legal, C., Colectivo, D., & Sano, M. (2016). *Contexto Legal y Jurisprudencial para la Protección del Derecho Colectivo al Medio Ambiente Sano... I.*

León C, A. G. (2007). *Estudio sobre la Viabilidad de una Norma Ambiental para el Distrito Federal en Materia de Emisiones Contaminantes de Olores*. México.

Li, W., Yi, P., & Zhang, D. (2018). *Sustainability evaluation of cities in Northeastern China using dynamic TOPSIS-entropy methods. Sustainability (Switzerland)*, 10(12). . Obtenido de <https://doi.org/10.3390/su10124542>

Lim, J., Cha, J., Kong, B., & Baek, S. (2018). *Characterization of odorous gases at landfill site and in surrounding areas*. Obtenido de *Journal of Environmental Management*, 206, 291–303.
: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.10.045>

- Lon-Wo, E. ((n.d.)). *VIII Encuentro de Nutrición y Producción de Animales Monogástricos LA PRODUCCIÓN Avícola y la contaminación ambiental*. 29–34.
- Los Santos - Santander. (2003). *Esquema de Ordenamiento territorial*.
- Los Santos, A. (2003b). *Componente económico - EOT 2003 - titulo 2*.
- Los Santos, A. (2003c). *Esquema de ordenamiento territorial*.
- Los Santos, A. (2003c). *Esquema de ordenamiento territorial*.
- Los Santos, A. (2003d). *Esquema de Ordenamiento territorial - Diagnostico funcional rural*.
- Los Santos, A. (2012). *Plan de Desarrollo Municipal “Unidos por mi pueblo” 2012 -2015”*.
- Los Santos. (2003a). *EOT Municipio de Los Santos*.
- Lucernoni, F., Tapparo, F., Capelli, L., & Sironi, S. (2016). *Evaluation of an Odour Emission Factor (OEF) to estimate odour emissions from land fill surfaces*. . Obtenido de Atmospheric Environment, 144, 87–99: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2016.08.064>
- Mi, P. O. R. (n.d.). *Tesis*.
- Miao, L. L. (November 8-12). A specification based approach to testing polymorphic attributes. *Formal Methods and Software Engineering: Proceedings of the 6th International Conference on Formal Engineering Methods, ICFEM 2004*. Seattle, WA, USA,.
- MinAmbiente. (2014). *PROTOCOLO PARA EL MONITOREO, CONTROL Y VIGILANCIA DE OLORES OFENSIVOS*. Bogotá.
- Ministerio de Salud y proteccion social, OPS. (2012). *Lineamiento para la vigilancia sanitaria y ambiental del impacto de los olores ofensivos en la salud y calidad de vida de las comunidades expuestas en areas urbanas*. Bogota.
- Minsalud-OPS. (2012). *Lineamiento para la vigilancia sanitaria y ambiental del impacto de*.

- Mosquera J, G. O. (2009). Percepción del Impacto del Vertedero Final de Basuras en la Salud y en el Ambiente Físico y Social en Cali. *Revista Salud Publica*.
- Mun, R., S. E., Parcsi, G., Lebrero, R., Wang, X., Suffet, I., & Stuetz, R. (2010). *Monitoring techniques for odour abatement assessment*. 4. . Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.watres.2010.06.013>
- Municipio Los Santos. (2016a). *PDM 2016-2019 "Los Santos con Agua Crece" - Eje 3*.
- Municipio Los Santos. (2016b). *Plan de desarrollo "Los Santos con Agua Crece" (2016-2019)*. . Obtenido de www.lossantos-santander.gov.co
- Municipio Los Santos. (2016c). *Plan de desarrollo municipal documento estratégico 2016 - 2019*.
- Murguía, W. (2006). Contaminación por olores, un nuevo reto ambiental. *Integratec-Quiminet*.
- Nh, H. S., & Santos, S. A. S. (2019). *Ofensivos Sector Mesa de Los Santos , Santander*.
- Núñez, G. (n.d.). *El Sector Empresarial en la Sostenibilidad Ambiental: Ejes de Interacción Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)*. . Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4139/S2006031_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- O'connor AM, Auvermann B, Bicket-Weddle D, Kirkhorn S, Sargeant JM, Ramírez A, et al. (2010). The Association Between Proximity to Animal Feeding Operations and Community Health: A Systematic Review. *Iowa:PubMed*.
- Organización Mundial de la Salud. (1989). Indoor air quality: organic pollutants. *Euro reports and studies*.
- Peña, Y. T. (2010). El ordenamiento territorial y su construcción social. *REVISTA COLOMBIANA DE GEOGRAFÍA*.

- Quiroga Martinez, R. (2001). *Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas*. In Cepal (Vol. 16). . Obtenido de <http://hdl.handle.net/11362/5570>
- Rappert, S., & Mu, R. (2005). *Odor compounds in waste gas emissions from agricultural operations and food industries*. 25, 887–907. . Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2005.07.008>
- RCN Radio. (2017). *Gobernador de Santander pidió a las entidades ambientales solucionar contaminación de avícolas*. . Obtenido de <https://www.rcnradio.com/colombia/santanderes/gobernador-de-santander-pidio-a-las-entidades-ambientales-solucionar-contaminacion-de-avicolas>
- Rica, C., & Bolaños-Cerdas, R. (2013). *Diagnóstico preliminar de los niveles de emisión de amoníaco y sulfuro de hidrógeno en distintas modalidades de producción en granjas avícolas en Costa Rica*. 46(2), 15–26.
- Rincón, J., Bermudez, A., & Rojas, T. (2018a). *Contaminación Odorífera : Causas, Efectos Y Posibles Soluciones a Una Contaminación Invisible Odour Pollution : Causes , Effects and Possible Solutions*. 9.
- Rincón, J., Bermudez, A., & Rojas, T. (2018b). *Contaminación odorífera_ causas, efectos y posibles soluciones a una contaminación invisible*. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 9(2018). Obtenido de <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/2053/2364>
- Sampieri, H. (1991). *Similtudes y diferencias entre los enfoques cualitativo y cuantitativo*. In *Metodología de la investigación*.

SEMARNAT. (s.f.).

https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/indicadores14/conjuntob/00_conjunto/marco_conceptual2.html.

Seo, Y., Suvarapu, L., & Baek, S. (2014). *Characterization of odorous compounds (VOC and Carbonyl Compounds) in the ambient air of yeosu and gwangyang, large industrial areas of South Korea*. Obtenido de Scientific World Journal: <https://doi.org/10.1155/2014/824301>

Sole, A. C. (2006). *Instrumentación Industrial*. Mexico: Alfaomega.

Sostenible, Ministerio de Vivienda y desarrollo. (2010). *Resolución 610 de 2010*. Colombia.

Tarazona, D. L. (2008). *Control de olores y propagación de mosca doméstica producida por la gallinaza en las granjas avícolas, en el municipio Los Santos*.

The United Nations. (sf). *Objetivo 11: Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>

UNESCO. (s.f.). EL DESARROLLO SOSTENIBLE:CONCEPTOS BÁSICOS, ALCANCE. En C. G. Gutierrez, *EL DESARROLLO SOSTENIBLE:CONCEPTOS BÁSICOS, ALCANCE*. UNESCO.

Wigner, E. P. (2005). Theory of traveling wave optical laser . *Phys. Rev.*, 134, A635-A646.

Ying, D., Chuanyu, C., Bin, H., Yuen, X., Xuejuan, Z., Yingxu, C., & Weixiang, W. (2012). *Characterization and control of odorous gases at a landfill site: A case study in Hangzhou, China*. *Waste Management*, 32(2), 317–326. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.07.016>

Zou, D.-J., A. T., Poivet, E., Firestein, S., Xu, L., Tahirova, N., & Peterlin, Z. (2018). *Functional odor classification through a medicinal chemistry approach*. . Obtenido de Science Advances, 4(2), eaao6086. : <https://doi.org/10.1126/sciadv.aao6086>