



**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
PASCUAL BRAVO**

**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN CENTRO PARA EL
APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS EN EL
ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO DE LOS MILAGROS (ANT)**

**AUTOR:
MARICELA MUÑOZ VILLA**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE PROYECTOS
MEDELLÍN**

2019

**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN CENTRO PARA EL
APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS EN EL
ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO DE LOS MILAGROS (ANT)**

Autor:

MARICELA MUÑOZ VILLA

Asesores:

HÉCTOR DARÍO BERMÚDEZ SALDARRIAGA

Magister en Desarrollo con énfasis en Gestión Local y Regional

YANETH PATRICIA VALENCIA TERREROS

Magister en Administración, Especialista en Economía y Negocios Internacionales

Trabajo de grado para optar al título de:

ESPECIALISTA EN GESTIÓN DE PROYECTOS

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO

ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE PROYECTOS

MEDELLÍN

2019

El autor

© 2019, Maricela Muñoz Villa

Facultad de Producción y Diseño – Institución Universitaria Pascual Bravo

Este trabajo de grado se presenta con fines académicos, como requisito para optar por el título de Especialista en Gestión de Proyectos.

Se autoriza la reproducción de este trabajo, sólo con fines académicos por cualquier medio, siempre que éste sea citado en nota y bibliografía correspondiente.

Este proyecto ha sido financiado por los autores, la correspondencia relacionada debe ser dirigida a Maricela Muñoz Villa, a la Facultad de Producción y Diseño o la Oficina de Posgrados de la Institución Universitaria Pascual Bravo, CL 73 N° 73A - 226 Campus Robledo, Medellín – Antioquia

Contacto: maricela.munoz776@pascualbravo.edu.co

Dedicatoria

*Este trabajo es dedicado a mi familia,
principalmente a mis papás y hermana,
quienes gracias a su apoyo, confianza y paciencia
han confiado en mí para obtener este logro,
que más que personal es familiar.*

Contenido

Resumen del proyecto.....	10
1. Marco teórico	11
1.1. Marco de referencia.....	11
1.1.1. Generación y aprovechamiento de residuos.	11
1.1.2. Técnicas de aprovechamiento de residuos orgánicos.....	16
1.1.2.1. <i>Compostaje.</i>	17
1.1.2.2. <i>Lombricultura.</i>	18
1.1.2.3. <i>Biodigestión.</i>	20
1.2. Marco de referencia.....	21
1.3. Marco conceptual.....	26
2. Justificación.....	31
2.1. Entorno del proyecto	31
2.2. Análisis de la situación actual	32
3. Análisis del problema	37
3.1. Descripción de la situación existente con relación al problema.....	37
3.2. Problema central.....	38
3.3. Magnitud del problema – indicadores de línea base.....	38
3.4. Causas que generan el problema.....	42
3.4.1. Causas directas.....	42
3.4.2. Causas indirectas.....	43
3.5. Efectos generados por el problema.....	43
3.5.1. Efectos directos.....	44
3.5.2. Efectos indirectos.	44
3.6. Diagrama árbol de problemas	45
4. Análisis de involucrados	47
4.1. Contextualización del análisis a realizar.....	47
4.2. Matriz de involucrados.....	48
4.3. Población afectada	50
4.4. Población objetivo.....	51
5. Análisis de soluciones.....	53

5.1.	Descripción de la alternativa	53
5.2.	Localización	55
5.3.	Aporte a la política pública	56
5.4.	Análisis del mercado	60
5.5.	Objetivo general	62
5.6.	Objetivos específicos	63
5.7.	Diagrama árbol de objetivos	63
6.	Matriz análisis de riesgos	65
7.	Costos de la alternativa	68
7.1.	Estructura de desglose de trabajo	68
7.2.	Costos de la alternativa de solución	70
8.	Valoración de ingresos y beneficios	74
8.1.	Identificación y definición	74
8.2.	Cuantificación de beneficios	76
9.	Matriz de marco lógico	78
10.	Cronograma de ejecución	82
11.	Referencias bibliográficas	84
12.	Anexos	87

Lista de tablas

Tabla 1 Parámetros físico-químicos de la práctica del compostaje	17
Tabla 2 Tipo y cantidad de residuos generados en área urbana de San Pedro de los Milagros....	35
Tabla 3 Comparativo generación de residuos en área urbana del municipio de San Pedro – Periodos 2015 y 2017.....	39
Tabla 4 Definición de indicadores de línea base	41
Tabla 5 Matriz de involucrados	48
Tabla 6 Valoración cuantitativa matriz de involucrados	49
Tabla 7 Ciclo del vida del proyecto – alternativa de solución.....	53
Tabla 8 Localización del sitio de ejecución del proyecto	55
Tabla 9 Aporte del Proyecto a políticas públicas.....	57
Tabla 10 Cuantificación déficit a suplir con el proyecto	61
Tabla 11 Matriz de riesgos del proyecto.....	66
Tabla 12 Costos alternativa de solución	71
Tabla 13 Identificación de beneficios	75
Tabla 14 Análisis de ingresos y beneficios.....	76
Tabla 15 Matriz Marco Lógico	79
Tabla 16 Cronograma de ejecución de actividades.....	82

Lista de ilustraciones

Ilustración 1 Generación y aprovechamiento de residuos en Colombia – Periodo 2015-2016....	14
Ilustración 2 Producción de compostaje	18
Ilustración 3 Producción de humus a partir de la lombricultura.....	20
Ilustración 4 Producción energías renovables a través de biodigestión.....	21
Ilustración 5 Diagrama árbol de problemas	46
Ilustración 6 Diagrama árbol de objetivos	64

Lista de imágenes

Imágen 1 Jerarquía en la gestión de residuos.....	12
Imágen 2 Planta para aprovechamiento de residuos orgánicos en el municipio de Yarumal.....	23
Imágen 3 Planta para aprovechamiento de residuos orgánicos en el municipio de Urrao	24
Imágen 4 Planta para aprovechamiento de residuos orgánicos en el municipio de Guarne	25
Imágen 5 Planta para aprovechamiento de residuos orgánicos en el municipio de Rionegro	26
Imágen 6 Localización en mapa del municipio de San Pedro de los Milagros	32
Imágen 7 Localización en mapa del sitio de ejecución del proyecto.....	55
Imágen 8 Localización en mapa sitio de construcción centro de aprovechamiento residuos orgánicos	¡Error! Marcador no definido.
Imágen 9 Diagrama desglose de trabajo	69

Lista de gráficos

Gráfico 1 Cantidad de residuos generados - periodo de medición 2015	40
Gráfico 2 Cantidad de residuos generados - periodo de medición 2017	40
Gráfico 3 Fuentes de generación de residuos - Periodo 2015.....	40
Gráfico 4 Fuentes de generación de residuos - Periodo 2017.....	41
Gráfico 5 Proyección poblacional del DANE para el periodo 1990-2015 – San Pedro de los Milagros	50
Gráfico 6 Pirámide poblacional por género y rangos de edad periodo 1995 y 2015.....	51

Resumen del proyecto

La generación de residuos es una situación que es inherente a cualquier ser vivo pues por la realización de diversas actividades se contribuye a que de manera continua haya una generación de diversos tipos de residuos. Es en este sentido, que a partir de las actividades de producción y consumo de alimentos se generan unas cantidades alarmantes de residuos biodegradables incrementando los niveles de contaminación a diferentes ecosistemas del medio, teniendo en cuenta la incidencia cultural negativa referente a la separación de residuos para su posterior recolección y aprovechamiento.

Teniendo como fundamento la necesidad imperante de mejorar las condiciones del ambiente y dar cumplimiento a los requerimientos normativos vigentes relacionados con la protección y conservación del ambiente, se hace necesaria la adopción de medidas integrales que propendan por la disminución en la generación de residuos altamente aprovechables que son enviados a disposición final o mal manejados.

Este proyecto en el que se involucran diferentes actores del orden departamental y regional busca beneficiar a toda la población urbana del municipio de San Pedro de los Milagros, a través de un centro de aprovechamiento de residuos orgánicos, sitio en que se le dará un mejor tratamiento a residuos altamente aprovechables como materia prima para la transformación de bio-abonos y energías alternativas, además de contribuir con la estabilización de la vida útil del relleno sanitario a partir de la reducción de residuos que son enviados para disposición final.

1. Marco teórico

1.1. Marco de referencia

La generación de residuos está directamente relacionada con el crecimiento de la población, especialmente en los centros poblados, sitios donde la mayoría de las veces es más complejo darle un manejo adecuado por diferentes motivos, entre ellos la falta de espacios adecuados para la disposición y aprovechamiento de estos, además de no tener pleno conocimiento de las cantidades que se generan y así a través de planes de gestión viabilizar el tratamiento más apropiado.

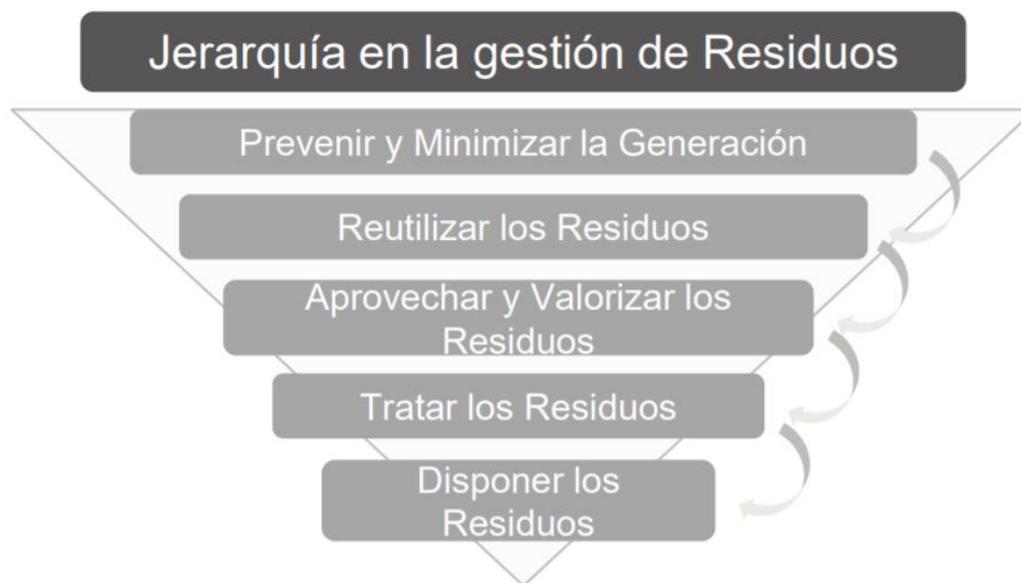
1.1.1. Generación y aprovechamiento de residuos.

Un residuo es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final. (Decreto 1713 de 2002, Definiciones)

Los residuos sólidos pueden ser aprovechables y no aprovechables; los no aprovechables, son todo el material o sustancia sólida o semisólida de origen orgánico e inorgánico, putrescible o no, proveniente de actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que no ofrece ninguna posibilidad de aprovechamiento, reutilización o reincorporación en un proceso productivo. No tienen ningún valor comercial, requieren tratamiento y disposición final y por lo tanto generan costos de disposición. Por su parte, los residuos aprovechables, son cualquier material, objeto, sustancia o elemento sólido que no tiene valor de uso directo o indirecto para quien lo genere, pero que es susceptible de incorporación a un proceso productivo.

En este orden de ideas, el manejo integral de residuos no es más que la planeación y responsabilidad en el cumplimiento en una de las actividades relacionadas con la gestión de

residuos en una determinada población, empresa o sector, las cuales van desde la generación hasta la disposición final. En la Imágen 1, se relaciona la gestión de residuos en Colombia teniendo en cuenta una jerarquía de acuerdo con el deber ser de la gestión. (Vivienda, Minivivienda, 2017)



Imágen 1 Jerarquía en la gestión de residuos

Fuente: (Vivienda, Minivivienda, Enero). Recuperado de: Guía de Planeación estratégica para el Manejo de Residuos Sólidos de pequeños municipios en Colombia

Dentro de la adecuada gestión en el manejo de los residuos, esta no solo es responsabilidad de las autoridades competentes, sino que también, juega un papel fundamental la cultura y compromiso de la población quienes al final son los principales beneficiados desde los sectores económico, de salud y ambiental.

Referente a la generación y aprovechamiento de residuos, específicamente de orgánicos, estos revisten gran importancia debido principalmente al aumento poblacional, consumo excesivo y nuevas formas de economía; no en vano, según el informe de disposición final de residuos sólidos en Colombia para el año 2017, “de acuerdo con los residuos presentados y el histórico de toneladas día promedio entre 2010 a 2017 se evidencia un aumento en el porcentaje de toneladas dispuestas

de aproximadamente 13%, este incremento coincide con el crecimiento poblacional en ese mismo lapso de tiempo del 10%.”. (domiciliarios, Superservicios, 2018)

Los residuos orgánicos son objeto de reutilización como materia prima para la creación de otros procesos. Para llegar entonces al aprovechamiento de estos residuos, es necesario pensar en la integralidad del proceso, que comienza con la separación en la fuente (en las viviendas y comercio), recolección y finalmente aprovechamiento y transformación.

En Colombia, de acuerdo con los diferentes estudios y propuestas de investigación, además de los informes que anualmente presenta la Superintendencia de Servicios Públicos en el que se analiza la generación de residuos en todo el país y su tratamiento, continua siendo reiterante el ascenso de producción de residuos orgánicos, situación que no es alentadora y si se suma el hecho de que los municipios no cuentan con estrategias ni infraestructura asociada con el aprovechamiento, estos residuos continúan enviándose a disposición final en rellenos sanitarios; es por esto, que el manejo integral de residuos orgánicos es incipiente y debería convertirse en una prioridad dentro de la gestión ambiental de todo el país, con la que se contribuya a mejorar la calidad de vida de las personas. La gestión debería incluir medidas de consumo responsable y por consiguiente sostenibles, prevención, reducción y separación en la fuente, transporte, aprovechamiento, tratamiento y disposición final de estos residuos en condiciones que propendan por el cuidado de la salud humana y del ambiente.

Así pues las cosas, una de las técnicas más usadas para el aprovechamiento de los residuos orgánicos en Colombia es el *compostaje*, y así lo confirma el estudio realizado por Gladys Jaramillo y Liliana Zapata, quienes afirman que aunque el aprovechamiento de residuos orgánicos se puede realizar a través de diferentes técnicas, la más usada es el compostaje, debido a que no requiere de una infraestructura ni equipos de alta tecnología y además puede ser manual y de fácil operación obteniéndose un producto de excelente calidad. (Gladys Jaramillo Henao, 2008). Por su parte, la revista La República, en uno de sus informes del 23 de agosto de 2018 resalta que “hasta el 70% de los residuos sólidos del país se pueden transformar en compostaje” (Monterrosa, 2018) y de manera contrastante 2 empresarias del sector de transformación manifiestan que “en Colombia hay mucho potencial para hacer compostaje, no solo por el consumo de frutas y verduras, sino por el creciente interés”, además se hace mención de la importancia de que población participe de manera activa en estos procesos como acción contribuyente a la conservación del ambiente. En la

Ilustración 1 se presenta una idea más clara de la cantidad de residuos que se generan en Colombia y posibles fuentes de aprovechamiento.

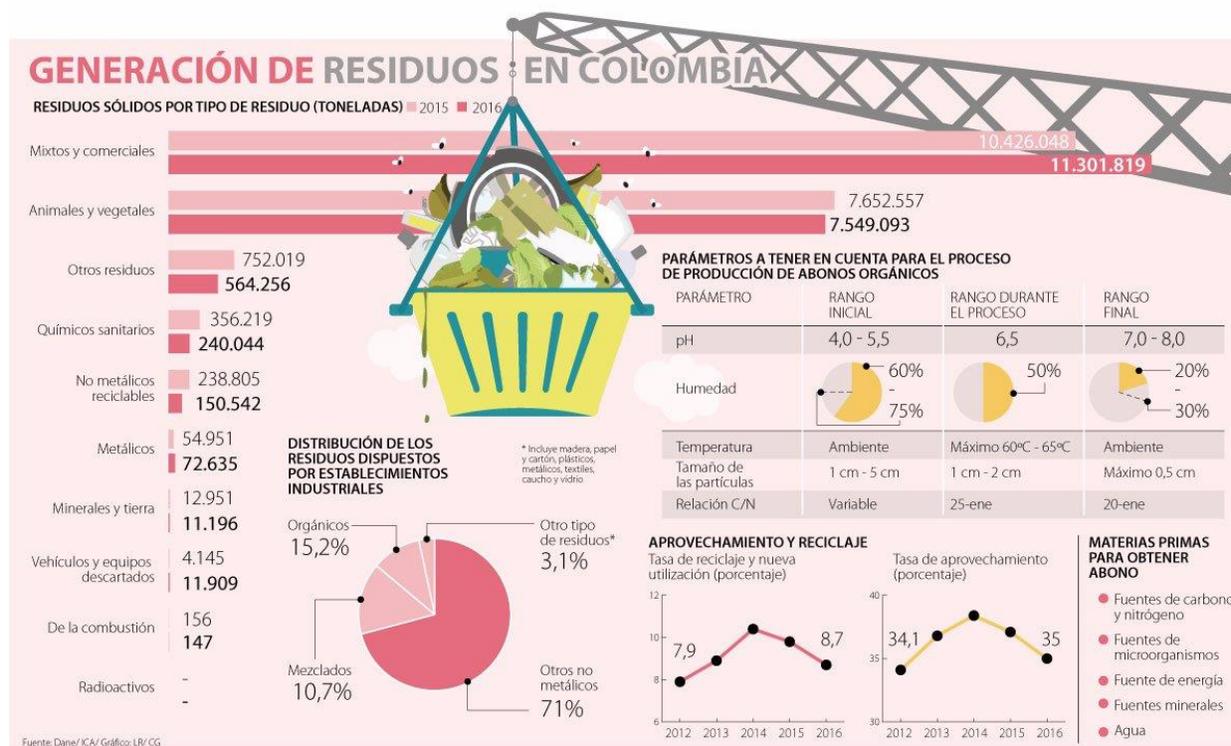


Ilustración 1 Generación y aprovechamiento de residuos en Colombia – Periodo 2015-2016

Fuente: (Monterrosa, 2018) Recuperado de <https://www.larepublica.co/responsabilidad-social/hasta-70-de-los-residuos-solidos-del-pais-se-pueden-transformar-en-compostaje-2762298>

A través del compostaje es posible la obtención de abonos orgánicos, biopreparados para el mejoramiento de la calidad de suelos que se encuentran degradados por diferentes actividades económicas (minería y ganadería principalmente), producción de biogás y humus, así como otras alternativas que convierten los residuos orgánicos en una excelente opción a la hora de minimizar los impactos generados al ambiente por la inadecuada disposición de residuos aprovechables en rellenos sanitarios, emisiones de gas y pérdida de oferta de recursos naturales.

Según datos de diferentes investigaciones e informes, en Colombia referente a la generación de residuos, se generan 27.500 toneladas/día de residuos sólidos (1086 municipios 32 departamentos) y de acuerdo a la composición de los mismos, el 65% son residuos sólidos orgánicos. En relación con este tema, de acuerdo con la Superintendencia de Servicios Públicos y Domiciliarios (Superservicios), una de las formas de contrarrestar la problemática ambiental generada por el

inadecuado manejo de residuos es aprovecharlos a través de prácticas como el compostaje; se estima que entre el 60% y 70% de los residuos sólidos generados en Colombia se pueden aprovechar de esta manera, siendo la práctica del reciclaje de residuos orgánicos y posterior aprovechamiento en el compostaje una medida útil para los hogares y sector comercial dedicado a la producción y consumo de alimentos, pues se cree que el 40% de la basura diaria que genera en el país es materia orgánica. (Superservicios, 2018)

Como se ha mencionado anteriormente, una de las opciones para aprovechar los residuos tipo orgánicos que se generan en diferentes escenarios, es la implementación de la práctica del compostaje; en algunos municipios del país, se están creando espacios destinados para la operación de plantas de aprovechamiento para la transformación de los residuos orgánicos como medida de mitigación ante la problemática generada en los centros poblados urbanos y con dicha materia se produce abono orgánico el cual es retribuido a la comunidad para ser utilizado en cultivos, jardinería y paisajismo. Desde los diferentes entes nacional y departamental es posible observar el apoyo en recursos y capacitación para los municipios que se motiven a mejorar la gestión integral de residuos a través de infraestructura para el aprovechamiento; muestra de ello es que en el Plan de Desarrollo Departamental 2016-2019 Antioquia Piensa en Grande, se tiene como un indicador a resaltar la entrega de recursos para la construcción de centros de aprovechamiento de residuos y en razón de esto en el departamento se conocen algunos casos exitosos de plantas de aprovechamiento de este tipo de residuos localizados en los municipios de Guarne, Urrao, Yarumal, Rionegro e Hispania. (Antioquia, 2016) (Gladys Jaramillo Henao, 2008).

De otro lado, el aprovechamiento de residuos es una opción que se está potencializando dentro de la denominada economía circular pues su relación con la generación de residuos, radica en la utilización de elementos que se reciclan y se aprovechan con el objetivo de contribuir con grandes problemáticas como el cambio climático y escasez de recursos naturales. “Desarrollar una economía circular implica mucho más que reciclar los residuos. Implica cambios radicales que abarcan desde la elección de las materias primas, el diseño de productos y nuevos conceptos de servicio hasta un mayor uso de los subproductos de la industria como materias primas para otros negocios”, explica Mari Pantsar, Directora de Sostenibilidad Ecológica en el Fondo de Innovación Finlandés Sitra. (Weaver, 2016)

Para el caso puntual de Colombia, frente a este tema, “el gobierno debe contemplar la prestación del servicio público de aseo en su integralidad, la cadena de residuos desde su generación hasta su disposición o aprovechamiento e identificar como se complementan estas dos últimas actividades con el fin de establecer estrategias en pro de la disminución de los residuos. Se debe considerar la interrelación con el comercio y la industria en la generación de residuos con el fin de llegar a una verdadera economía circular, por tanto, el CONPES 3874 de 2016 surge como una política enfocada a la priorización de estrategias de minimización, reúso, reciclaje y aprovechamiento de residuos sólidos”. (Domiciliarios, 2018)

1.1.2. Técnicas de aprovechamiento de residuos orgánicos.

La importancia del aprovechamiento de los residuos orgánicos está directamente relacionada con el acelerado crecimiento de la población, sobre todo la que se localiza en centros poblados y en consecuencia se deriva el mal manejo que se hace de estos; la generación de residuos orgánicos constituye un alto porcentaje de los residuos que diariamente se generan y que no se aprovechan porque se disponen de manera inadecuada, ante esta situación, es urgente proponer diferentes salidas o alternativas donde se busque contribuir al manejo integral de estos residuos, convirtiéndolos en materia prima para la producción de abono orgánico y energía alternativa, minimizando así los impactos ambientales generados por el mal manejo de los residuos, además de darle cumplimiento a la normativa legal vigente que regula el tema.

Algunas alternativas de aprovechamiento es el compostaje, el cual es utilizados luego de la transformación de los orgánicos en biofertilizantes, acondicionadores de suelo, biogás, entre otras técnicas.

A continuación, se describen algunas técnicas de aprovechamiento de residuos orgánicos que se desarrollan en Colombia.

1.1.2.1. *Compostaje.*

El compostaje es un proceso natural y biooxidativo, en el que intervienen numerosos y variados microorganismos aerobios que requieren una humedad adecuada y sustratos orgánicos heterogéneos en estado sólido, implica el paso por una etapa termófila dando al final como producto de los procesos de degradación de dióxido de carbono, agua y minerales, como también una materia orgánica estable, libre de patógenos y disponible para ser utilizada en la agricultura como abono acondicionador de suelos sin que cause fenómenos adversos.

Se entiende por compostaje la descomposición controlada de materiales orgánicos (hojas, verduras, frutas, etc.) que dan como resultado un producto totalmente orgánico aprovechable por el suelo y por las plantas. Este abono mejora la estructura del suelo, aporta nutrientes de una forma equilibrada y a la vez permite ahorrar dinero en fertilizantes químicos y es posible reciclar dichos residuos para reincorporarlos en un ciclo productivo. De los restos procedentes del hogar se pueden aprovechar la pasilla del café o de té, cáscaras de papas, de huevos, restos de verduras, frutas, etc. La carne, huesos y pescado no son apropiados porque se presentan problemas de malos olores. Tampoco el metal, plásticos, vidrio, etc. (evitar todo lo inorgánico). (José William Penagos Vargas, 2011). La práctica de clasificación de residuos orgánicos en la sociedad actual, se viene dando desde hace apenas unos años debido a la necesidad de controlar los altos impactos negativos generados al ambiente; por tanto, el compostaje se convierte en una alternativa de tratamiento y además sencillo, que puede llevarse a cabo en condiciones básicas y hasta rústicas; sin embargo para que la práctica sea realmente efectiva es necesario hacer seguimiento a unos parámetros físico-químicos, los cuales se relacionan en la Tabla 1.

Tabla 1 Parámetros físico-químicos de la práctica del compostaje

RELACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS A MONITOREAR EN LA PRÁCTICA DEL COMPOSTAJE	
PARÁMETROS FÍSICOS	PARÁMETROS QUÍMICOS
Temperatura	Relación carbono nitrógeno (C/N)
Humedad	pH
Aireación	Capacidad de intercambio catiónico
Tamaño de las partículas	
Control de microorganismos	
VENTAJAS DEL COMPOSTAJE	
<ul style="list-style-type: none"> • Economía en la producción del material por este método. 	

-
- Aporte nutricional a suelos degradados. Abono balanceado desde el punto de vista nutricional.
 - Respecto a condiciones físicas, la materia orgánica contribuye favorablemente a la estabilidad de la estructura de agregados del suelo agrícola, reduciendo la densidad aparente y aumentando la porosidad y permeabilidad del suelo.
 - Contribuye a mejorar la calidad del ambiente a través de un adecuado tratamiento de los residuos orgánicos generados en las urbes.
-

Fuente: (Ideam, 2019). Recuperado de:
<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/021313/08Capitulo4.pdf>



Ilustración 2 Producción de compostaje

Fuente: (Solnarosky, 2018). Recuperado de <http://puntoconvergente.uca.edu.ar/el-compostaje-pequenas-acciones-que-generan-grandes-cambios/>

1.1.2.2. Lombricultura.

La lombricultura es una biotecnología orientada a la utilización de la lombriz como una herramienta de trabajo para el reciclaje de todo tipo de materia orgánica que permite enfrentar los problemas de contaminación. Básicamente, consiste en el cultivo intensivo de la lombriz roja en residuos orgánicos aprovechados como abono para cultivos agrícolas. A estos desechos orgánicos arrojados por la lombriz se le conocen con el nombre de humus que es el mayor estado de descomposición de la materia orgánica, es un abono de excelente calidad. Mediante el aporte de humus de lombriz, es posible restaurar tierras que han sido devastadas por la erosión continua

producida por ciertas explotaciones agrícolas, el uso continuo de fertilizantes artificiales, y muchos otros factores degradantes como la minería; además se puede mediante lombricultura nativa ingresar o recuperar la población en el suelo. El lombricultivo requiere de unas condiciones específicas para la obtención de buenos resultados, (Infoagro, 2019) ellas son:

- Humedad: Debe ser del 70% para facilitar la ingestión de alimento y el deslizamiento a través del material.
- Temperatura: El rango óptimo de temperaturas para el crecimiento de las lombrices oscila entre 12-25° C; y para la formación de cocones entre 12 y 15° C.
- pH: El más óptimo para el desarrollo de las lombrices es neutro 7.
- Riego: Puede manual o por aspersión
- Aireación: Es fundamental para la correcta respiración y desarrollo de las lombrices. Si la aireación no es la adecuada el consumo de alimento se reduce; además del apareamiento y reproducción debido a la compactación.
- Alimentación: El alimento que se les proporcionará será materia orgánica parcial o totalmente descompuesta. Si no es así las elevadas temperaturas generadas durante el proceso de fermentación (hasta 75° C), matarán a las lombrices. El alimento puede ser:
 - Restos de serrerías e industrias relacionadas con la madera.
 - -Desperdicios de mataderos.
 - -Residuos vegetales procedentes de explotaciones agrícolas.
 - -Estiércol de especies domésticas.
 - -Frutas y tubérculos no aptos para el consumo humano o vegetal.
 - -Fangos de depuradoras.
 - -Basuras.

La información antes mencionada es tomada del portal Infoagro, sitio en que es posible obtener información relacionada al sector agropecuario y ambiental (Infoagro, 2019)



Ilustración 3 Producción de humus a partir de la lombricultura

Fuente: (Elorza, 2016). Recuperado de: http://www.munistgo.info/medioambiente/wp-content/uploads/2016/10/Compostaje_y_Lombricultura.pdf

1.1.2.3. Biodigestión.

También llamada biometanización o digestión anaerobia, es un proceso biológico que tiene lugar en ausencia de oxígeno, en el que parte de la materia orgánica de los residuos orgánicos se transforma, mediante la acción de los microorganismos, en una mezcla de gases (biogás), constituido principalmente por metano y dióxido de carbono y otros gases en pequeñas cantidades (amoníaco, hidrógeno, sulfuro de hidrógeno, etc.).

La materia orgánica se descompone en compuestos más sencillos que se transforman en ácidos grasos volátiles. Estos ácidos son consumidos por los microorganismos metanogénicos, que producen metano y dióxido de carbono.

El biogás generado se puede considerar un buen combustible, y es útil para la combustión y generación de calor y/o energía eléctrica; un metro cúbico de biogás contiene la energía equivalente a unos 0,6 l de gasóleo. El producto digerido se suele deshidratar y estabilizar aerobiamente para obtener compost. (Recytrans, 2013)

De acuerdo con Luz Guerrero la digestión anaeróbica también se conoce como biodigestión, el proceso requiere de condiciones básicas como temperatura, nivel de acidez, contenedores herméticos y humedad. Esta alternativa sin duda tiene variadas y cuantificables ventajas, tales como: Producción de energía renovable y sustentable, aprovechamiento de la producción natural del biogás, evita el uso de leña, así se reduce la presión sobre los recursos forestales, fomenta el desarrollo sustentable, redirige y aprovecha los gases de efecto invernadero producidos por los vertederos (rellenos sanitarios) y granjas industriales, lo cual reduce la huella de carbono de estos establecimientos y disminuye su contribución al cambio climático, cumple con la normatividad nacional e internacional, impide la contaminación de mantos acuíferos, crea empleos especializados, crea la posibilidad de incursionar un proyecto de desarrollo. (Guerrero, 2018),



Ilustración 4 Producción energías renovables a través de biodigestión

Fuente: (Villareal, 2011). Recuperado de: <http://eerrbolivia.blogspot.com/2011/10/>

1.2. Marco de referencia

Como se mencionaba en el capítulo anterior, en Colombia es incipiente la gestión de residuos tipo orgánicos, sin embargo, en algunos departamentos se vienen implementando estrategias de mitigación por el mal manejo de estos contribuyendo así al aprovechamiento de tales residuos convirtiéndose en materia prima para la producción de abonos orgánicos.

Se tiene conocimiento de experiencias exitosas en el departamento de Antioquia referente al aprovechamiento de residuos orgánicos a partir de la construcción de plantas de aprovechamiento en las cuales se procesa el material orgánico para transformarlo en abono orgánico a través de la práctica del reciclaje. Gran parte del éxito de estos casos, radica desde la formulación de los planes en los cuales se incluye programas y alternativas de recolección, tratamiento y aprovechamiento. A continuación, se mencionan algunos ejemplos de casos exitosos en Antioquia.

- **Municipio de Yarumal:** Desde la Empresa de Servicios Públicos – Aguas del Norte ESP, se tiene estipulada la recolección selectiva de residuos ordinarios, aprovechables y orgánicos estos últimos generados en el área urbana. A través de un esquema de recolección por los diferentes sectores el personal encargado de acuerdo a los horarios previamente establecidos y socializados con la comunidad recoge casa a casa los residuos orgánicos, estos son transportados en vehículo y posteriormente son llevados hasta un sitio en las afueras del municipio sobre la troncal a la costa Atlántica. El sitio está provisto de un invernadero tipo capilla, en el cual se receptiona los residuos y se realizan labores de volteo, aireación, control de parámetros para al final obtener abono orgánico. En términos generales el proceso es muy empírico y la infraestructura requiere de mejoras para su ideal funcionamiento. Este producto es comercializado con los productores de la misma localidad y en almacenes agropecuarios del municipio. Cabe mencionar que en la actualidad la planta de aprovechamiento es operado por un particular debido a que el municipio de Yarumal no cuenta con una planta propia. No se llevan registros, a excepción del control que lleva la ESP de los residuos recolectados.



Imágen 2 Planta para aprovechamiento de residuos orgánicos en el municipio de Yarumal
Fuente: Fotografías propias

- **Municipio de Urrao:** En el año 2017, el municipio de Urrao, localizado en el suroeste del departamento adelantó la construcción de una planta de aprovechamiento de residuos orgánicos, con el fin de darle un adecuado manejo y tratar 70 toneladas de estos residuos que se generan mensualmente en esta localidad, a partir de la práctica del compostaje se obtiene abono orgánico, el cual es comercializado en la zona. La planta se sitúa a las afueras del municipio y fue construida bajo parámetros técnicos y ambientales, es operada por la Empresa de Servicios Públicos – EPU ESP. En el año 2018 la Gobernación de Antioquia, a través de la Gerencia de Servicios Públicos, otorgó un reconocimiento al municipio de Urrao por el óptimo aprovechamiento y buen manejo de los residuos sólidos. A enero 31 del año 2019 (desde 2017) por el funcionamiento de la planta, se registran ingresos para la misma empresa, corroborando el óptimo funcionamiento de esta y reconociendo que gracias a esta labor se contribuye al cuidado y conservación del ambiente donde está vinculada toda la comunidad. Mensualmente se realiza control interno del proceso (seguimiento a parámetros físico-químicos, material que ingresa a la planta y material que procesa y comercializa). En la Imágen 3 se muestra la planta de aprovechamiento de este municipio.



Imágen 3 Planta para aprovechamiento de residuos orgánicos en el municipio de Urrao

Fuente (Urrao, 2019). Recuperado de: empresaspublicasurrao.gov.co

- Municipio de Guarne:** Este municipio localizado al oriente del departamento, cuenta con una planta de tratamiento de residuos orgánicos, la cual es operada por la empresa Green Group, contratada por la Empresa de Servicios Públicos del municipio. La entidad implementa rutas selectivas de residuos donde se incluyen los orgánicos, esta estrategia se lleva a cabo desde el año 2014, donde semanalmente se recolectan los residuos generados en el área urbana, posterior separación en la fuente, se realiza una clasificación. dentro de la planta para descartar elementos que no son propios del proceso de compostaje. Para el año 2015, se registra la generación aproximada de 21 toneladas mensuales de residuos orgánicos, que se convierten en fuente primaria para la producción de abono orgánico. La planta se compone entre otros elementos de compostadores de madera plástica en los cuales se deposita el material a compostar. El material producido es entregado a la misma comunidad para ser aprovechado en cultivos y jardinería. Mensualmente se realiza control interno del proceso (seguimiento a parámetros físicos, químicos y biológicos, material que ingresa a la planta y material que procesa y comercializa o se entrega a la comunidad).



Imágen 4 Planta para aprovechamiento de residuos orgánicos en el municipio de Guarne Fuente: (Guarne, 2015). Recuperado: <https://www.youtube.com/watch?v=dTq4EmmeJoc>

- Municipio de Rionegro:** También localizado en la subregión oriente del departamento, Rionegro se convierte en uno de los municipios que se vincula al manejo integrado de los residuos orgánicos. La planta construida y entregada recientemente (marzo de 2019) tiene una capacidad instalada de transformación y aprovechamiento de 60 toneladas a abono orgánico; la planta cuenta con un óptimo sistema tecnológico de aireación convencional y forzada y fue construida en el marco de la política del PGIRS y la ejecución del programa MIRS. Actualmente se desarrollan pruebas piloto con los residuos generados en la plaza de mercado y central mayorista, mientras que a la par se trabaja el tema de educación ambiental con la comunidad para así aprovechar también los residuos orgánicos residenciales. La planta tuvo un costo de mil millones de pesos.



Imágen 5 Planta para aprovechamiento de residuos orgánicos en el municipio de Rionegro
 Fuente: (Edeso, 2019) Recuperado de: <http://diarioriente.com/altiplano/rionegro/nueva-planta-de-compostaje-podra-producir-hasta-60-toneladas-mensuales-de-abono.html>

1.3. Marco conceptual

A continuación, se brindan definiciones de los conceptos más utilizados en la formulación del proyecto. Estos conceptos fueron tomados del estudio realizado por Gladys Jaramillo y Liliana Zapata en el cual se brinda una amplia descripción de palabras y significados que son fundamentales para entender la gestión integral de residuos. (Gladys Jaramillo Henao, 2008)

Aprovechamiento: Es el proceso mediante el cual, a través de un manejo integral de los residuos sólidos, los materiales recuperados se reincorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, el reciclaje, la incineración con fines de generación de energía, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales y/o económicos.

Biodegradable: Sustancia que puede ser descompuesta con cierta rapidez por organismos vivientes, los más importantes de los cuales son bacterias aerobias. Sustancia que se descompone o desintegra con relativa rapidez en compuestos simples por alguna forma de vida como: bacterias, hongos, gusanos e insectos. Lo contrario corresponde a sustancias no degradables, como plásticos, latas, vidrios que no se descomponen o desintegran, o lo hacen muy lentamente. Los

organoclorados, los metales pesados, algunas sales, los detergentes de cadenas ramificadas y ciertas estructuras plásticas no son biodegradables.

Biofertilizante: Es un fertilizante orgánico natural que ayuda a proporcionar a las plantas todos los nutrientes que necesitan y a mejorar la calidad del suelo creando un entorno microbiológico natural. Por ejemplo, se propone producir y utilizar biofertilizante para mejorar el rendimiento de los cultivos mediante bacterias nitrificantes (rizobios), hongos micorrizos y otros microorganismos capaces de aumentar la accesibilidad de los nutrientes de las plantas presentes en el suelo.

Centro de acopio: Lugar destinado a la recuperación y el almacenaje de materiales reciclables.

Compostaje: Es un proceso de reciclaje completo de la materia orgánica mediante el cual ésta es sometida a fermentación en estado sólido, controlada (aerobia) con el fin de obtener un producto estable, de características definidas y útil para la agricultura.

Compost: Es el producto resultante del proceso de compostaje.

Disposición final: Es el proceso de aislar y confinar los residuos sólidos en especial los no aprovechables, en forma definitiva, en lugares especialmente seleccionados y diseñados para evitar la contaminación, y los daños o riesgos a la salud humana y al medio ambiente.

Energías alternativas: Es un sinónimo para energía limpia, energía verde o energía renovable. Se consideran alternativas todas aquellas que provienen de recursos naturales y de fuentes inagotables, todas aquellas que, al producirlas, no contaminan. Existen diferentes tipos de energías alternativas como la geotérmica, energía del mar, biogás, biomasa, eólica y solar.

Economía circular: Sistema de aprovechamiento de recursos donde prima la reducción de los elementos: minimizar la producción al mínimo indispensable, y cuando sea necesario hacer uso del producto, apostar por la reutilización de los elementos que por sus propiedades no pueden volver al medio ambiente. La economía circular aboga por utilizar la mayor parte de materiales

biodegradables posibles en la fabricación de bienes de consumo –nutrientes biológicos- para que éstos puedan volver a la naturaleza sin causar daños medioambientales al agotar su vida útil.

Gestión integral de residuos: El conjunto articulado e interrelacionado de acciones y normas operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación para el manejo de los residuos sólidos, desde su generación hasta la disposición final, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región.

Lixiviado: Los líquidos que se forman por la reacción, arrastre o filtrado de los materiales que constituyen los residuos sólidos y que contienen sustancias en forma disuelta o en suspensión que pueden infiltrarse en los suelos o escurrirse fuera de los sitios en los que se depositen residuos sólidos y que puede dar lugar a la contaminación del suelo y de cuerpos de agua.

Manejo integral de residuos: Las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, coprocesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social.

Planta de compostaje: Centro donde se elabora el compost a partir de los residuos sólidos.

Plan de manejo: El instrumento de gestión integral de los residuos sólidos, que contiene el conjunto de acciones, procedimientos y medios dispuestos para facilitar el acopio y la devolución de productos de consumo que al desecharse se conviertan en residuos sólidos, cuyo objetivo es lograr la minimización de la generación de los residuos sólidos y la máxima valorización posible de materiales y subproductos contenidos en los mismos, bajo criterios de eficiencia ambiental, económica y social, así como para realizar un manejo adecuado de los residuos sólidos que se generen.

Reciclaje: Proceso simple o complejo que sufre un material o producto para ser reincorporado a un ciclo de producción o de consumo, ya sea éste el mismo en que fue generado u otro diferente. Según la complejidad del proceso que sufre el material o producto durante su reciclaje, se establecen dos tipos: directo, primario o simple; e indirecto, secundario o complejo.

Recuperar: Sustracción de un residuo a su abandono definitivo. Un residuo recuperado pierde en este proceso su carácter de "material destinado a su abandono", por lo que deja de ser un residuo propiamente dicho, y mediante su nueva valoración adquiere el carácter de "materia prima secundaria.

Reducción en la fuente: La reducción en la fuente considera aspectos cuantitativos y cualitativos, esto es, deberá tomarse en cuenta reducir tanto la cantidad como la toxicidad de los residuos que son generados en la actualidad. Este proceso es la forma más eficaz de reducir la cantidad de residuos, el costo asociado a su manipulación y a los impactos ambientales. La reducción en la fuente puede realizarse a través del diseño, la fabricación y el envasado de productos o bien en la vivienda y en las instalaciones comerciales o industriales, a través de la compra selectiva de productos de consumo. Para reducir en la fuente es necesario evaluar y cambiar los hábitos de consumo.

Relleno sanitario: La obra de infraestructura que aplica métodos de ingeniería para la disposición final de los residuos sólidos ubicados en sitios adecuados al ordenamiento ecológico, mediante el cual los residuos sólidos se depositan y compactan al menor volumen práctico posible y se cubren con material natural o sintético para prevenir y minimizar la generación de contaminantes al ambiente y reducir los riesgos a la salud.

Residuo sólido: Todo tipo de material, orgánico o inorgánico, y de naturaleza compacta, que ha sido desechado luego de consumir su parte vital.

Residuo sólido recuperable: Todo tipo de residuo sólido al que, mediante un debido tratamiento, se le puede devolver su utilidad original u otras utilidades.

Residuo orgánico: Los residuos orgánicos son los residuos de comida y restos del jardín. Son todos aquellos residuos que se descomponen gracias a la acción de los desintegradores.

Separación en la fuente: Es la clasificación de los residuos sólidos en el sitio donde se generan para su posterior recuperación.

Tratamiento: Es el conjunto de operaciones, procesos o técnicas mediante los cuales se modifican las características de los residuos sólidos incrementando sus posibilidades de reutilización o para minimizar los impactos ambientales y los riesgos para la salud humana.

Vertido: Deposición de los residuos en un espacio y condiciones determinadas. Según la rigurosidad de las condiciones y el espacio de vertido, en relación con la contaminación producida, se establecen los tres tipos siguientes: controlado, incontrolado, semicontrolado.

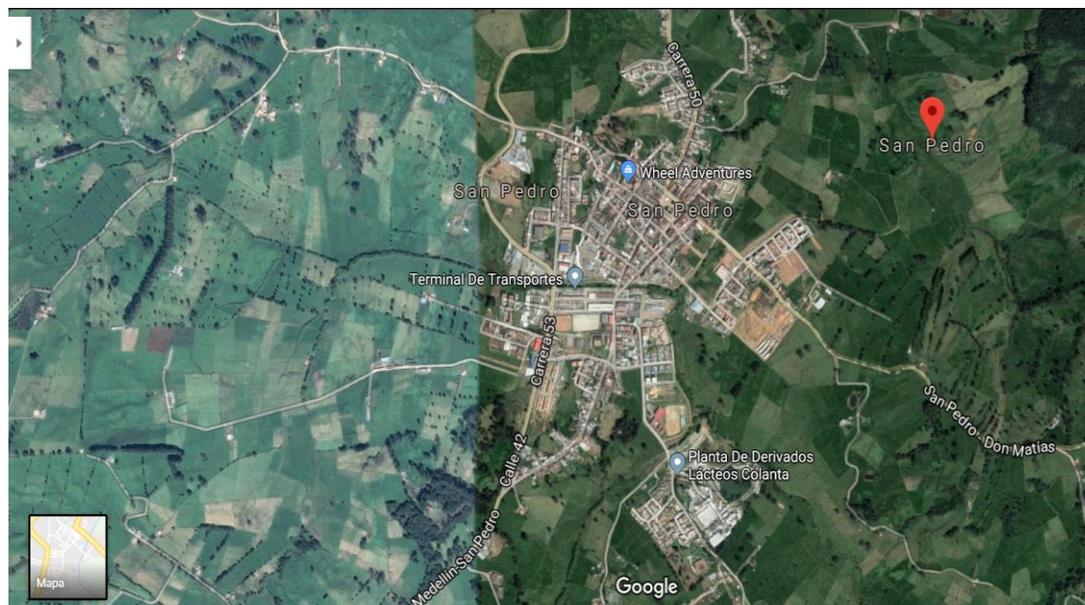
2. Justificación

2.1. Entorno del proyecto

El municipio de San Pedro de los Milagros se encuentra localizado en la subregión del altiplano norte del departamento de Antioquia, tiene una extensión de 229 km², con una temperatura media de 16° c. y una altura de 2.475 msnm. El municipio dista de Medellín 44 kilómetros y se encuentra ubicado a los 6° 19'19'' de latitud norte y a 1° 37' 40'' de longitud occidental. La población de San Pedro según datos a 2015 es de 26.592 habitantes, de los cuales 13.051 son hombres y 13.541 son mujeres, y 14.063 del total de población (53% aprox.) habitan en el área urbana, indicando que el desarrollo socioeconómico del municipio se centra en esta área. (Plan de Desarrollo 2016-2019)

La economía del municipio, se basa en la producción agropecuaria, principalmente ganadería bovina, por medio de un sistema de producción de leche especializada y al menos un 1% de esta se concentra en la ganadería de carne y doble propósito. Dicha actividad se desarrolla en su mayoría con la participación de pequeños productores, con un promedio de entre 1 y 12 hectáreas, que corresponden al 58% del total de finca productoras en el municipio. En cuanto a la actividad agrícola como actividad productiva, se destaca en el municipio que los sistemas de producción ganadera se integran con el desarrollo de cultivos transitorios y permanentes, entre los que prevalece el cultivo de papa, el aguacate, el tomate de árbol y la mora. (Plan de Desarrollo 2016-2019)

Referente al sector empresarial del municipio en el EOT se definen dos corredores viales sobre los cuales se desarrollan en su mayor parte en pequeña y mediana escala la actividad comercial, de prestación de servicios y de turismo. Sin embargo, existen factores que han impedido que estas actividades se desarrollen en mayor medida y se conviertan en aporte representativo del PIB del municipio, el monocultivo, la desconfianza al forastero, el temor a la inversión son elementos que no contribuyen con la dinamización de la economía local. (Plan de Desarrollo 2016-2019).



Imágen 6 Localización en mapa del municipio de San Pedro de los Milagros

Fuente: Google maps 2019

2.2. Análisis de la situación actual

La generación de residuos y en específico los orgánicos urbanos va en aumento debido al crecimiento acelerado de la población, no en vano en la actualidad a través de metodologías como economía circular, se busca implementar estrategias que contribuyan con la minimización en la generación y los impactos por parte de estos al ambiente y reincorporarlos de una manera segura y eficiente nuevamente al ciclo.

Sobre el aprovechamiento de residuos orgánicos a nivel mundial se tienen algunas experiencias afortunadas, las cuales han obtenido resultados favorables por factores como inversión y capacitación. Países como España, específicamente en Madrid cuentan con 3 métodos para el aprovechamiento de residuos, un relleno sanitario, el cual cuenta con la vigilancia y control ambiental; una planta de recuperación del material, la cual produce abono orgánico y una planta que se encarga de recuperar, reciclar y producir energía.

Otros países como Bolivia se plantean estudios de alternativas viables para solucionar el problema que ocasionan los residuos sólidos, tales como: reducción de volumen por trituración, incineración

y aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos urbanos, tomando como modelos algunos métodos desarrollados en otros países sobre el aprovechamiento de materiales orgánicos para compost y lombricultivo, han iniciado en la última década con éste tipo de tratamientos. También Bolivia tiene sus propias experiencias en compostaje, las cuales se realizan a partir de la educación a la población respecto a la necesidad de realizar la separación de los residuos en sus hogares, acompañado esto de la producción del compost que es repartido entre las familias que hacen parte del programa y la otra parte es comercializada. Se tiene referencia de otras experiencias en países latinoamericanos como Ecuador, Brasil y Argentina, siendo en algunos, procesos más artesanales y en otros el uso incipiente de maquinaria, pero en donde se tiene como fin último la contribución con la disminución de agentes contaminantes al ambiente y la preservación de sitios de disposición final a través del aprovechamiento de residuos que cumplen con esta condición como lo son los biodegradables tipo orgánicos (restos de alimentos, de actividades agrícolas y poda). (Gladys Jaramillo Henao, 2008)

Desde el contexto nacional, la actividad de aprovechamiento de residuos en Colombia, ha existido por más de 50 años, durante éste tiempo se han aprovechado materiales orgánicos e inorgánicos. No obstante, no se llevaba un registro de la cantidad de las toneladas aprovechadas en el país, puesto que no se había reglamentado dicha actividad dentro del servicio público domiciliario de aseo. Con la entrada en vigencia del Decreto 596 del 2016, se acuñó el concepto de tonelada efectivamente aprovechada y por lo tanto se empezaron a cuantificar las toneladas de los residuos inorgánicos aprovechados por cada una de las organizaciones y/o prestadores del país. De acuerdo con lo establecido en el Decreto 1077 de 2015 adicionado mediante el Decreto 596 de 2016, son residuos efectivamente aprovechados, aquellos que han sido clasificados y pesados en una Estación de Clasificación y Aprovechamiento (ECA) por la persona prestadora de la actividad y han sido comercializados para su incorporación a una cadena productiva, contando con el soporte de venta a un comercializador o a la industria. (domiciliarios, Andi, 2017)

El estudio de aprovechamiento de residuos de la vigencia 2016, resalta que se reportaron al SUI 97.905 toneladas efectivamente aprovechadas, provenientes de 27 áreas de prestación; Bogotá, Medellín y Bucaramanga fueron las ciudades que más reportaron toneladas de residuos efectivamente aprovechables para la vigencia del estudio. (domiciliarios, Andi, 2017)

En Colombia, este tema aún es muy incipiente desde el punto de vista de inversión pública; pues si se cuenta con diversidad de estudios principalmente desde la academia, que proponen formas de aprovechamiento de los diferentes tipos de residuos biodegradables (compostaje, lombricultivo, alimento animal) que se generan en el país a partir de las diferentes actividades de subsistencia (comerciales, industriales, agropecuarias y domésticas). Lamentablemente no se conocen datos concretos o indicadores sobre generación y aprovechamiento de residuos orgánicos en Colombia.

Según el estudio realizado por Gladys Jaramillo y Liliana María Zapata, denominado “aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia” con el que se busca construir un estado del arte sobre el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia en los últimos 10 años, es posible inferir que la generación de residuos orgánicos en el país va en aumento debido al acelerado crecimiento poblacional, situación por la cual se debe repensar o fortalecer más bien políticas y normas relacionadas con la gestión integral de residuos y más específicamente con la adopción de mecanismos y nuevas tecnologías que permitan aprovechar los residuos orgánicos que se están generando y que por falta de medidas e inversión se están disponiendo de manera inadecuada en rellenos sanitarios contribuyendo a la reducción de vida útil de estos sitios y generando contaminación. Del informe sobresale también, un listado de municipios de Colombia que aprovechan residuos sólidos orgánicos, se identifican 29 municipios que hasta el año 2008 aprovechaban estos residuos, 3 de ellos ubicados en Antioquia (Heliconia, Carmen de Viboral y El Santuario), con un promedio de generación (entre los 3 municipios) de 235 toneladas de residuos orgánicos al mes, donde el principal método de aprovechamiento es a través de la práctica del compostaje.

Desde el ente departamental, en Antioquia se producen más de 830 toneladas/día de residuos, situación que coincide con el hecho de que es una de las zonas con mayor densidad poblacional, de acuerdo con las proyecciones del DANE para el año 2017. Las instituciones políticas colombianas se han establecido decretos y leyes para la conservación del medio ambiente como el decreto 2811 de 1974, en sus artículos del 34 al 38 en donde hay una regulación de los residuos sólidos, procesamiento, transporte y disposición final de las basuras, además de la obligación de reincorporar estas al proceso económico y material.

En el departamento de Antioquia, el sistema político considera dos líneas principales de acción a seguir, una de prevención y otra de mitigación de impactos ambientales por generación de residuos

sólidos y para ellos se implementan estrategias como “basura cero”. La iniciativa, liderada por la Gerencia de Servicios Públicos, fortalece la Política Pública aprobada por la Asamblea Departamental en el 2016, que establece los lineamientos para que los antioqueños reduzcan, separen y aprovechen sus residuos.

En este sentido, desde el ente local (municipal), de acuerdo con la última caracterización de residuos sólidos realizada en el año 2017, en la zona urbana se generan los siguientes residuos (en orden de mayor generación). En la Tabla 2 se relaciona la información.

Tabla 2 Tipo y cantidad de residuos generados en área urbana de San Pedro de los Milagros

ÍTEM	TIPO DE RESIDUOS	CANTIDAD GENERADA
1	Ordinarios	43,62%
2	Orgánicos	30,01%
3	Plástico	15,15%
4	Papel y cartón	4,42%
5	Textiles	2,99%
6	Metales	1,38%
7	Vidrio	1,02%
8	Especiales	1,0%
9	Peligrosos	0,17%

Fuente: Informe técnico caracterización de residuos 2017 – San Pedro de los Milagros

El municipio cuenta con un Plan de Gestión Integral de Residuos (PGIRS) formulado en el año 2015, y en este se contemplan acciones como cobertura y frecuencia de recolección, implementación de rutas de selectivas de recolección de residuos, pero estas rutas selectivas hacen alusión a residuos ordinarios y algunos aprovechables, no a los orgánicos. Aunque el documento también hace alusión al aprovechamiento de residuos como plástico, cartón, papel, vidrio, el municipio no cuenta con sitios de almacenamiento temporal ni de aprovechamiento de estos materiales, además tampoco cuenta con relleno sanitario propio, por tanto, todos los residuos ordinarios además de otros altamente aprovechables son enviados a disposición final al relleno La Pradera ubicado en el municipio de Donmatías.

De acuerdo con esta situación, es necesaria la adecuación de sitios propios en los que se pueda almacenar de manera temporal, clasificar y aprovechar residuos que cumplan con estas características y así contribuir a mejorar con la gestión que se viene desarrollando, dado que no

hay ninguna estrategia que este dirigida al manejo de los residuos orgánicos generados en el área urbana.

3. Análisis del problema

3.1. Descripción de la situación existente con relación al problema

Los residuos orgánicos constituyen el 30% (300 – 350 toneladas/mes) de los residuos que mensualmente se generan en el área urbana del municipio de San Pedro; todo este material que puede ser aprovechado a través de diversas técnicas es enviado a disposición final al relleno sanitario La Pradera, debido a que en el municipio no se cuenta con un plan de manejo específico para el tratamiento de los residuos en cuestión, o más bien no está contemplado dentro del PGIRS actual (2015).

Se identifican causas como la falta de educación ambiental permanente en temas específicos relacionados con la separación en la fuente, aprovechamiento y disposición de residuos, donde se cuente con personal calificado; baja inversión por parte de las instituciones involucradas para proyectos relacionados con mejoramiento ambiental (adquisición de nuevas herramientas y tecnologías, centros de almacenamiento temporal y de aprovechamiento y transformación); el esquema de recolección selectiva de residuos no es incluyente debido a que no se contempla la recolección de orgánicos (restos de alimentos crudos, cosidos, cáscaras de frutas y verduras) en ningún sector del área urbana.

Por lo anterior, es urgente y necesario adoptar medidas incluyentes donde se contribuya al manejo adecuado de los residuos aprovechables tipo orgánicos específicamente, disminuyendo así los impactos generados al ambiente por vertimiento a fuentes de agua, generación de gases por disposición inadecuada y proliferación de vectores y enfermedades que puedan alterar la salud pública.

3.2. Problema central

El municipio de San Pedro no es ajeno a la situación actual que se presenta referente al crecimiento desmedido de la población, situación que está directamente asociada al aumento de la generación de residuos, siendo los ordinarios y orgánicos los de mayor generación; los residuos orgánicos tienen un gran valor debido a que son aprovechables y se convierten en materia prima para la transformación de abonos orgánicos y también producción de energías renovables alternativas.

Específicamente por la falta de programas contundentes de gestión y manejo de residuos, personal poco calificado para coordinar e implementar estrategias, poca aplicación de la normatividad vigente, cero infraestructura asociada al aprovechamiento de residuos y pocos programas de educación ambiental referentes a la sensibilización y socialización de la gestión de residuos, actualmente no es posible hacer un debido aprovechamiento de los residuos orgánicos, razón por la cual son enviados a disposición final al relleno sanitario disminuyendo además la capacidad y vida útil de este, aumentando índices de contaminación y altos costos de operación en el servicios de aseo para la población.

3.3. Magnitud del problema – indicadores de línea base

Sólo hasta el año 2015, fue posible conocer un estimado de generación de residuos en el municipio de San Pedro, donde fue necesaria la realización de una primera caracterización para la formulación del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS. Nuevamente en el año 2017 se realiza un nuevo estudio a través de caracterización, tanto en el área urbana como rural para identificar los sectores, tipo y cantidad de residuos que se generan en dicha localidad. La información se documentó de acuerdo a las disposiciones del RAS 2000 (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico) donde se deben identificar los factores antes mencionados.

Con el fin de conocer un poco los indicadores de línea base del presente proyecto, en la Tabla 3, se relaciona la información, con base a los estudios de caracterización realizados en el periodo 2015 y 2017; es preciso mencionar que la información que a continuación se relaciona obedece sólo a los índices de generación del área urbana del municipio, siendo esta el área de interés del presente proyecto.

Tabla 3 Comparativo generación de residuos en área urbana del municipio de San Pedro – Periodos 2015 y 2017

N°	PERIODO	TIPO DE RESIDUOS	CANTIDAD GENERADA	PERIODO	TIPO DE RESIDUOS	CANTIDAD GENERADA
1		Ordinarios	23,0%		Ordinarios	43,62%
2		Orgánicos	32%		Orgánicos	30,01%
3	AÑO 2015	Plástico	5,05%	AÑO 2017	Plástico	15,15%
4	(10.895	Papel y cartón	8,25%	(11.253	Papel y cartón	4,42%
5	habitantes	Textiles	SD	habitantes	Textiles	2,99%
6	área	Metales	1,8%	área	Metales	1,38%
7	urbana)	Vidrio	SD	urbana)	Vidrio	1,02%
8		Especiales	SD		Especiales	1,0%
9		Peligrosos	SD		Peligrosos	0,17%

Fuente: PGIRS 2015 e Informe técnico caracterización de residuos 2017

Aunque en la Tabla 3, es posible apreciar una disminución leve de la cantidad de residuos orgánicos generados en el área urbana, sigue siendo un factor preocupante el hecho de que residuos altamente aprovechables se continúen disponiendo de manera adecuada en relleno sanitario, debido a que para el periodo 2017 y a hoy 2019, se sigue careciendo de espacios para el aprovechamiento de dichos residuos. En los Gráfico 1 y Gráfico 2 se puede visualizar la información.

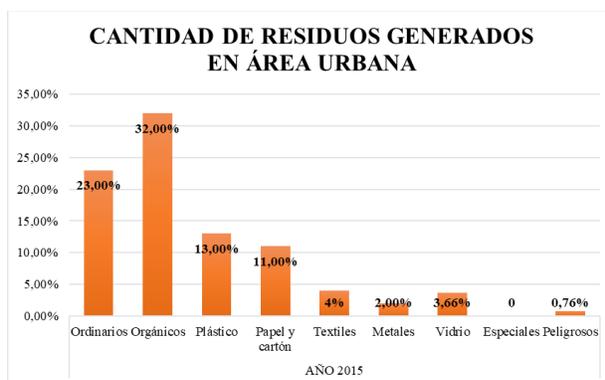


Gráfico 1 Cantidad de residuos generados - periodo de medición 2015

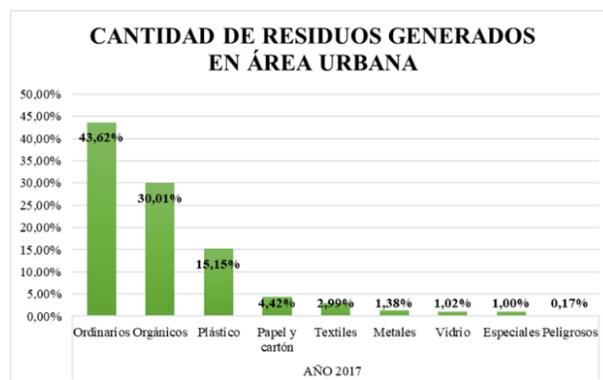


Gráfico 2 Cantidad de residuos generados - periodo de medición 2017

Fuente: Elaboración propia

Con el fin de conocer los sectores de generación, factor importante para la definición de los actores a involucrar en el presente proyecto y definición de los indicadores de línea base, en los Gráfico 3 y Gráfico 4 se muestra la información para cada uno de los periodos evaluados.



Gráfico 3 Fuentes de generación de residuos - Periodo 2015

Fuente: PGIRS Municipal 2015

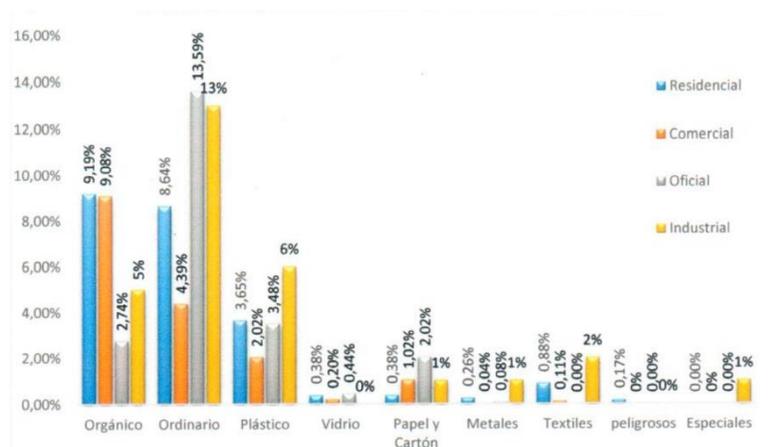


Gráfico 4 Fuentes de generación de residuos - Periodo 2017

Fuente: Informe técnico caracterización de residuos 2017 – San Pedro de los Milagros

Con base a la información anteriormente expuesta, los indicadores de línea base definidos para el presente proyecto se relacionan en la Tabla 4.

Tabla 4 Definición de indicadores de línea base

INDICADOR	DESCRIPCIÓN
$\frac{\text{Toneladas residuos orgánicos generados}}{\text{Toneladas residuos orgánicos aprovechados en compostaje}}$ $\frac{\text{Toneladas residuos orgánicos generados}}{\text{Toneladas residuos orgánicos aprovechadas en lombricultura}}$	Estos indicadores se definen de acuerdo a la cantidad de residuos orgánicos generados en el área urbana y aprovechados de acuerdo a 3 técnicas específicas que se pueden implementar en el centro de aprovechamiento.
$\frac{\text{Toneladas residuos orgánicos generados}}{\text{Toneladas de residuos orgánicos aprovechadas en biodigestión}}$	
$\frac{\text{Toneladas residuos orgánicos aprovechados}}{\text{Toneladas residuos orgánicos transformados}}$	Este indicador de línea base hace alusión a la cantidad de residuos aprovechados en las 3 técnicas antes descritas y finalmente donados o comercializados.

Fuente: Elaboración propia

3.4. Causas que generan el problema

Las causas que determinan la problemática actual han sido identificadas con base a las caracterizaciones de residuos realizados y al crecimiento de la población, condición que enciende las alarmas, pues a mayor población asentada en el área urbana, mayor generación de residuos, situación problemática debido a que no se cuenta con infraestructura propia relacionada con el aprovechamiento y además se está contribuyendo a disminuir la vida útil del relleno sanitario La Pradera. Otro factor determinante es el poco conocimiento que la población tiene acerca de la separación de residuos y como se pueden aprovechar, situación que fue evidenciada a través de diferentes instrumentos de percepción.

3.4.1. Causas directas.

Se identifican como causas directas de la situación actual referente el bajo índice de aprovechamiento de residuos orgánicos en el área urbana del municipio de San Pedro carecer de un sistema de información actual y confiable al que se le pueda hacer seguimiento real para implementar acciones de mejora frente al manejo de los residuos, falta de infraestructura asociada para el aprovechamiento y transformación de residuos orgánicos (plantas, tecnologías y sitios de acopio) generando así altos índices de disposición final de residuos que podrían ser aprovechados, contaminación a diferentes ecosistemas, disminución de los índices de eficiencia ambiental municipal y falta de personal técnico y líder capacitado.

- Falta de programas de gestión orientados al aprovechamiento de residuos.
- Falta de conocimiento en la norma y demás disposiciones legales sobre el manejo y aprovechamiento de residuos orgánicos.
- Falta de tecnologías apropiadas para el aprovechamiento de residuos.
- Falta de infraestructura municipal asociada al aprovechamiento de residuos.
- Falta de programas de educación ambiental para la población.

- Falta de personal capacitado en sensibilización y separación de residuos orgánicos y liderazgo en programas de gestión ambiental.

Estás causadas son identificadas de acuerdo a la situación actual existente en el municipio, los altos índices de disposición de residuos en relleno sanitario (datos empresa Aseo Riogrande) y percepción de la comunidad, la cual se conoció a través de la aplicación de una encuesta de percepción.

3.4.2. Causas indirectas.

A partir de las causas directas antes mencionadas, se derivan unas causas indirectas, pero no menos importantes, las cuales se buscan contrarrestar a partir del mejoramiento de la gestión integral de residuos con la construcción de centros de aprovechamiento. Las causas indirectas identificadas son:

- Acelerado crecimiento de la población.
- Concentración de la población en los centros urbanos.
- Deterioro del paisaje.
- Presencia de olores ofensivos

3.5. Efectos generados por el problema

Los residuos orgánicos generalmente son dispuestos de manera inadecuada ya sea en botaderos a cielo abierto o en rellenos sanitarios; ninguno de estos sitios son los adecuados debido a que estos residuos son altamente aprovechables, por tanto, a partir de las causas identificadas se generan unos efectos directos e indirectos que deben ser objeto de análisis debido a la problemática ambiental a que esta situación propicia.

3.5.1. Efectos directos.

Los efectos de la problemática central, se derivan de causas directas e indirectas como el acelerado crecimiento de la población urbana, falta de infraestructura y personal capacitado, principalmente.

Los efectos identificados son:

- Alto índice de disposición inadecuada de residuos orgánicos generados en el área urbana del municipio en relleno sanitario.
- Altos costos de operación en la actividad de transporte y disposición de residuos en relleno sanitario.
- Contaminación a fuentes de agua por lixiviados.
- Proliferación de vectores y transmisores de enfermedades.
- La comunidad cuenta con bajo conocimientos en cuanto a la separación en la fuente de residuos.
- Altos costos en la tarifa de aseo para los usuarios del servicio

3.5.2. Efectos indirectos.

Los efectos indirectos identificados nacen a partir de las causas indirectas, pero también buscan ser contrarrestados a partir de la implementación de acciones de mejora más incluyentes e integrales; los efectos indirectos identificados

- Baja competitividad del municipio por concepto de economía circular y alternativa.
- La comunidad dispone de manera inadecuada los residuos orgánicos (los vierten en fuentes de agua, sistema de alcantarillado y zonas verdes comunes)

3.6. Diagrama árbol de problemas

Desde el 2002 todos los municipios de Colombia están en la obligación de formular e implementar un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), el cual se debe actualizar cada 5 años, de acuerdo a la metodología establecida por el Ministerio de Vivienda (Decreto 2981 de 2013); en este orden de ideas, el PGIRS debe contener programas y proyectos relacionadas con el aprovechamiento y educación ambiental de la población como estrategias de sostenibilidad que le apuesten al cuidado y conservación del ambiente.

Teniendo claridad de la delimitación de la problemática, en la Ilustración 5 se presenta el árbol de problemas donde se resumen las causas directas e indirectas identificadas, así como los efectos directos e indirectos derivados por la problemática central.

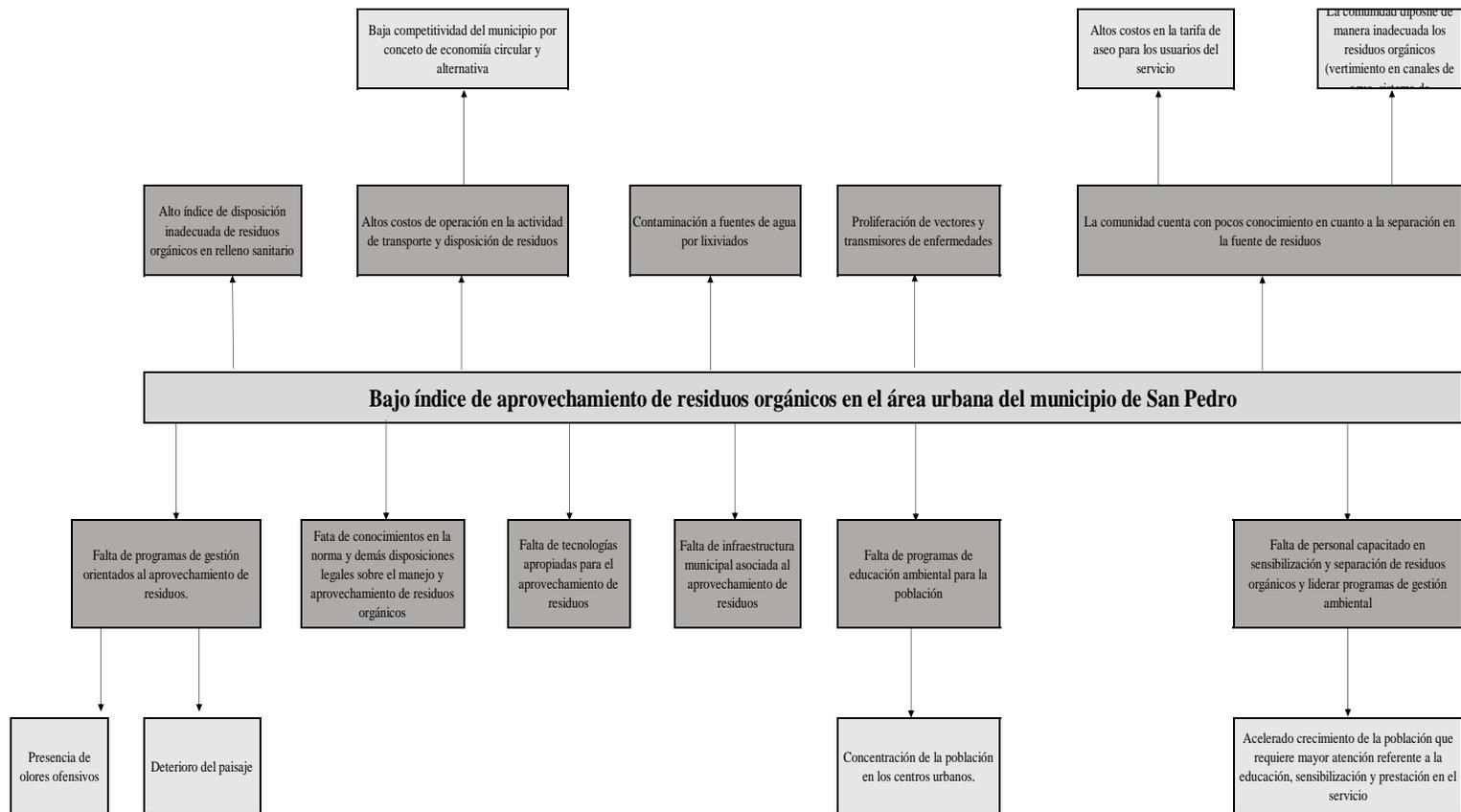


Ilustración 5 Diagrama árbol de problemas

Fuente: Elaboración propia

4. Análisis de involucrados

4.1. Contextualización del análisis a realizar

El municipio de San Pedro de los Milagros tiene un total de 26.592 habitantes (datos 2015); desde la planificación del territorio, este se divide en dos sectores, urbano y rural, siendo el área urbana donde se asienta la mayor cantidad con 14.000 habitantes aproximadamente.

Este indicador de población fue el punto de partida para determinar o identificar más bien todos los actores involucrados de este proyecto, debido a que intervienen de manera directa o indirecta a través del aporte de recursos o porque beneficiarios u oponentes de dicha propuesta.

Los involucrados se identificaron con base a la problemática central y los roles de participación y su interés en el proyecto, contemplando a su vez la contribución de los diferentes actores dentro del desarrollo del mismo. El grupo de involucrados se compone del orden público, privado y comunidad en general (hombres, mujeres, niños, jóvenes, adultos y adultos mayores) siendo esta el actor principal debido a que serán uno de los mayores beneficiados; se incluye además el sector económico existente en la población, su importancia de participación radica en que son uno de los mayores generadores de residuos orgánicos.

Entidades como la gobernación de Antioquia juegan un papel trascendental en la apuesta por la ejecución de este proyecto, ya que desde su estrategia “basura cero”, le están apostando como ente gubernamental a una mejor calidad del ambiente y al cumplimiento de la norma legal vigente, a través de acciones innovadoras que se puedan desarrollar en los municipios y donde se puedan incluir directamente a las comunidades.

Otro actor que, aunque su participación es indirecta, pero no menos importante es EPM, quien por su influencia en el territorio por el uso del suelo para el represamiento del río Chico (CH Riogrande I), aporta al municipio las transferencias del sector eléctrico correspondientes y a través de estos recursos es posible apalancar el proyecto pues así lo define y permite la norma (Artículo 45, Ley 99/1993).

4.2. Matriz de involucrados

Los involucrados identificados para este proyecto obedecen a todos aquellos que tienen obligatoriedad y responsabilidad sobre el cuidado y conservación del ambiente, teniendo claro que este es un proyecto de índole ambiental donde está inmerso la prestación del servicio de aseo, aprovechamiento de materias primas y educación ambiental. La información se relaciona en la Tabla 5.

Tabla 5 Matriz de involucrados

INVOLUCRADOS	PROBLEMÁTICA	INTERÉS	RECURSOS
Alcaldía de San Pedro	Carencia de sitios propios de almacenamiento temporal, aprovechamiento y disposición final de residuos aprovechables.	Implementar acciones para el mejoramiento de la gestión integral de residuos en el municipio Cumplir con la normatividad que regula dicha gestión.	<ul style="list-style-type: none"> Recursos económicos que fortalezcan la financiación del proyecto. Recurso humano capacitado en la operación y direccionamiento de la gestión integral (capacidad instalada)
Gobernación de Antioquia	Falta de cumplimiento del marco normativo que regula la gestión integral de residuos (recolección, tratamiento, aprovechamiento y disposición final)	Contribuir con el mejoramiento de la gestión integral de residuos del municipio de San Pedro. Cumplir con la normatividad que regula dicha gestión	<ul style="list-style-type: none"> Recursos económicos que fortalezcan la financiación del proyecto.
Corantioquia	Falta de cumplimiento del marco normativo que regula la gestión integral de residuos (recolección, tratamiento, aprovechamiento y disposición final)	Autoridad ambiental regional quien será la encargada de prestar asesoría, aprobar o desaprobar los requerimientos del proyecto en cuanto infraestructura y condiciones de prestación del servicio desde el componente ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> Formación, capacitación y certificación para el personal operativo y administrativo. Recursos económicos por saneamiento básico ambiental. Seguimiento y control a la operación del proyecto.
EPM	Falta de gestión en la formulación de proyectos por parte del municipio para la consecución de recursos y generación de convenios interadministrativos	A través de recursos de transferencias del sector eléctrico, recursos que están destinados a saneamiento ambiental y calidad ambiental se aporta para el	<ul style="list-style-type: none"> Recursos económicos por transferencias del sector eléctrico para ser aprovechados en proyectos de mejoramiento

		fortalecimiento de este proyecto.	ambiental y saneamiento básico.
Empresa Aseo Riogrande	Falta de personal capacitado encargado de sensibilización, educación ambiental y recuperación de residuos aprovechables. No se cuenta con infraestructura adecuada para el aprovechamiento de residuos orgánicos.	Empresa dedicada a la prestación de servicios de recolección, transporte y disposición de residuos, además del servicio público de aseo en el municipio de San Pedro.	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio de recolección y transporte de residuos objeto de aprovechamiento hasta el sitio dispuesto para tal fin (centro de aprovechamiento)
Comunidad área urbana	Ineficiencia en el sistema de recolección de residuos aprovechables tipos orgánicos Inadecuada disposición de residuos aprovechables. Altos costos por la prestación del servicio de aseo (recolección y disposición) Contaminación de diferentes espacios y fuentes hídricas por vertimiento inadecuado	Prestación de un servicio de aseo más integral y oportuno. Mejorar relacionamiento con el entorno Retribución el aprovechamiento de los residuos orgánicos	<ul style="list-style-type: none"> • Participación en los eventos de formación y capacitación. • Entrega adecuada y oportuna de los residuos objeto de aprovechamiento

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 6 es posible observar la valoración cuantitativa que se realizó a cada uno de los involucrados antes identificados y así poder definir su posición potencial en el proyecto de intervención.

Tabla 6 Valoración cuantitativa matriz de involucrados

ACTOR	EXPECTATIVA	FUERZA	RESULTANTE	POSICION POTENCIAL
Alcaldía de San Pedro	5	5	25	Favorecedor
Gobernación de Antioquia	5	5	25	Favorecedor
Corantioquia	5	5	25	Favorecedor
EPM	3	3	9	Neutro
Empresa Aseo Riogrande	3	4	12	Neutro
Comunidad área urbana	4	4	14	Favorecedor

Fuente: Elaboración propia

4.3. Población afectada

Actualmente el área urbana del municipio de San Pedro es habitada por aproximadamente 14.000 personas, las cuales residen en los 13 barrios y sectores (Los Encenillos, Los García, Bella Vista, La Quinta, Central, Los Olivos, El Carmelo, Obrero, Belén, San Judas, El Calvario, Miraflores, Guamurú Y El Milagro) que componen esta zona, siendo entonces la población afectada (la residente directamente en el área urbana). La densidad poblacional del municipio es de 114.62 personas por km²; lo anterior, según datos de proyección del DANE para el periodo 1990-2015. (Plan de Desarrollo Municipal - PDM 2016-2019). Ver Gráfico 5.

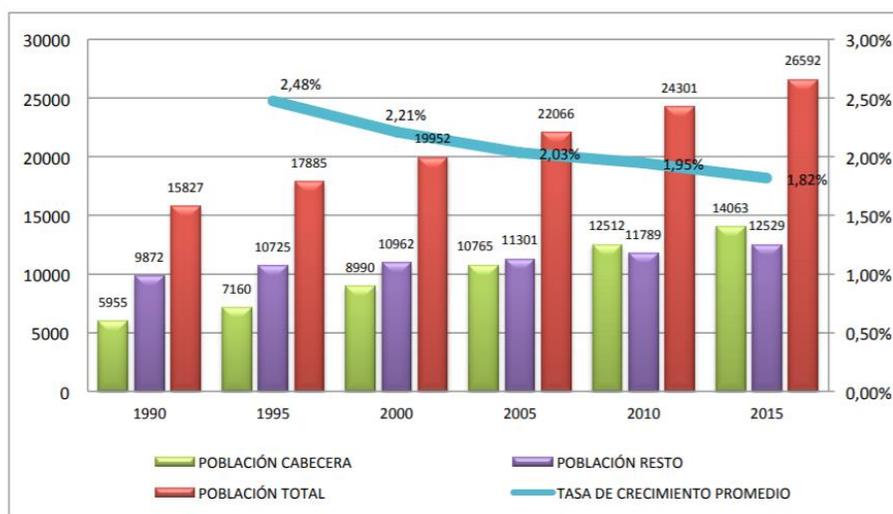


Gráfico 5 Proyección poblacional del DANE para el periodo 1990-2015 – San Pedro de los Milagros
Fuente: (Norte, 2014) - Informe observatorio económico y social del norte de Antioquia

La población potencialmente activa que comprende las personas mayores de 15 años y menores de 59 años es de 16.561 (zona urbana y rural), mientras que las personas menores de 15 años y mayores de 59 es de 10.031 personas (zona urbana y rural). Gran parte de esta población se dedica a actividades agropecuarias, domésticas, académicas, de servicios e industriales. (Tomado del PDM 2016-2019). La información relacionada con el número de hombres y mujeres para el periodo 1995-2015, se presenta en el Gráfico 6.

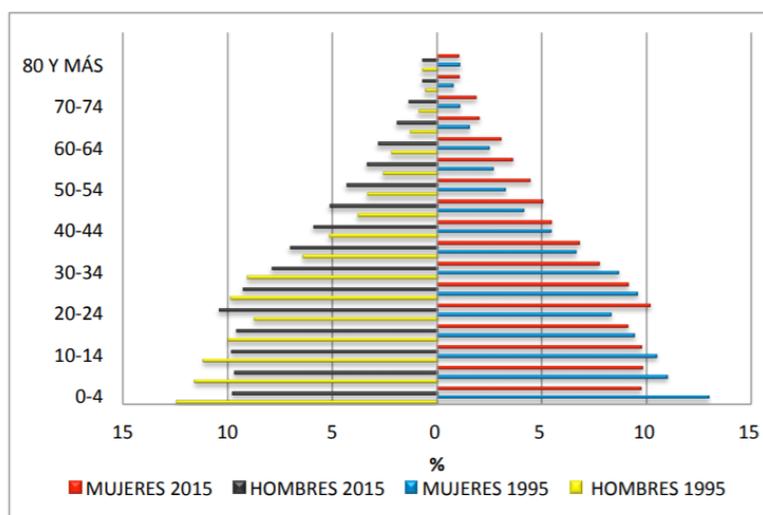


Gráfico 6 Pirámide poblacional por género y rangos de edad periodo 1995 y 2015
 Fuente: (Norte, 2014) - Informe observatorio económico y social del norte de Antioquia

Según el Gráfico 6, se evidencia una mayor concentración de población desde los 0 y hasta los 24 años de edad, es decir que predomina en el municipio la población infantil y joven. Los niños entre 0 y 14 años, para 2015 representan el 14,34% del total de la población y los jóvenes entre 15 y 29 años representan el 13,91% para el mismo periodo. Así mismo, se destaca una mayor cantidad de hombres con una participación del 50,92%, respecto a la población total en 2015.

4.4. Población objetivo

Aunque la población total del municipio es de 26.592 habitantes, la población objetivo del presente proyecto es la que se localiza en el área urbana, que es alrededor de 14.000 debido a que es en esta zona donde se presenta la problemática del bajo aprovechamiento de los residuos orgánicos generados.

El municipio se caracteriza por tener un rango amplio de personas potencialmente activas, situación que conlleva a que en las diferentes actividades que se realizan se genere una gran cantidad de residuos orgánicos que no se están aprovechando de manera adecuada. Estas actividades suelen ser:

- Domésticas
- Académicas
- Procesamiento de alimentos
- Económicas
- Turismo
- Industriales

De acuerdo con esta situación, aunque toda la población objetivo se requiere intervenir desde el componente educacional, hay grupos con los cuales se debe implementar más estrategias que viabilicen la adecuada recuperación, aprovechamiento y transformación de los residuos orgánicos generados en el área urbana del municipio como lo son la academia, economía y doméstico.

5. Análisis de soluciones

5.1. Descripción de la alternativa

Debido al bajo índice de aprovechamiento de los residuos orgánicos que se generan en el área urbana del municipio de San Pedro (Ant), se propone como alternativas de solución la implementación del plan de educación ambiental municipal, el cual deberá estar previamente actualizado y ajustado con base a las necesidades identificadas para la acción de aprovechamiento enmarcada desde el PGIRS como documento de soporte técnico y la normatividad legal vigente. A partir de esto será entonces posible la puesta en marcha de la alternativa propuesta con este proyecto, fundamentada en la necesidad de aprovechar de manera adecuada los residuos orgánicos generados en el área urbana del municipio de San Pedro a través de la construcción de un centro de aprovechamiento y contrarrestar así los impactos negativos generados al ambiente principalmente. El paso a paso de la implementación de las alternativas se presenta en la Tabla 7.

Tabla 7 Ciclo del vida del proyecto – alternativa de solución

CICLO DE VIDA DEL PROYECTO DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO (ANT)			
N°	ETAPA	FASE	DESCRIPCIÓN DE LA INICIATIVA ACTIVIDADES A DESARROLLAR
1	PREINVERSIÓN	Perfil	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de diagnóstico a través de una caracterización del tipo y cantidad de residuos que se generan en el área urbana del municipio. También se tendrá en cuenta la información recolectada por las actividades del PGIRS en años anteriores (consolidación de histórico de generación). • Elaboración de diseños de la planta de aprovechamiento para presentar ante la autoridad ambiental componente. • Elaboración de plan de manejo ambiental sobre separación en la fuente y aprovechamiento de residuos orgánicos. • Preparación de documentación legal del predio municipal donde se adecuará el sitio de aprovechamiento.
2		Prefactibilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de estudio técnico, basado en la cantidad de residuos orgánicos generados (tipo y área de predio requerido, disponibilidad de servicios

3	Factibilidad	<p>públicos, materiales constructivos requeridos, personal operativo y administrativo requerido, articulación de entidades).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estudio ambiental (identificación de efectos positivos y negativos; acciones para minimizar posibles impactos negativos, formulación de programas de intervención) • Estudio legal • Estudio financiero <p>Evaluación de costos-beneficio a través de evaluación ex ante.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Solicitud de licencia ambiental para construcción y operación a la autoridad ambiental competente. • Contratación de una empresa con experiencia en el sector para la adecuación y construcción de la planta de aprovechamiento de residuos orgánicos. • Adquisición de materiales y equipos. • Implementación del plan de manejo ambiental sobre separación de residuos en la fuente y aprovechamiento (capacitaciones puerta a puerta, entrega de recipientes, socialización de ruta de recolección selectiva de residuos orgánicos, gira de experiencias exitosas con representantes de la comunidad, socialización de la información, antes – durante – después de la construcción de la planta de aprovechamiento)
4	INVERSIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación al personal operativo, técnico-administrativo sobre el funcionamiento de los equipos y de las actividades a desarrollar dentro de la planta. • Puesta en operación de la planta de aprovechamiento, previas acciones de capacitación al personal técnico y operativo y sensibilizada la comunidad sobre la entrega oportuna a los recuperadores en los días y horarios establecidos para la recolección de los residuos orgánicos que serán aprovechados y procesados en la planta. • Seguimiento y control permanente a las actividades propias del proyecto durante su operación.
5	OPERACIÓN	<p>A pesar de que en las etapas de inversión y operación se hace seguimiento al logro de los objetivos propuestos; durante esta etapa se evaluarán los impactos positivos y negativos generados en la comunidad con la implementación del proyecto en términos de cambio en la calidad de vida de la población</p>
6	EVALUACIÓN EX POST	

Fuente: Elaboración propia

5.2. Localización

El proyecto de aprovechamiento de residuos orgánicos, será desarrollado en la región noroccidental de Colombia, departamento de Antioquia, municipio de San Pedro de los Milagros localizado en la subregión del altiplano norte de este departamento. En la Tabla 8 se detalla el lugar de ejecución del proyecto y en la Imagen 7 e **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presenta la localización del municipio en mapa a nivel regional.

Tabla 8 Localización del sitio de ejecución del proyecto

REGIÓN	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	CENTRO POBLADO	LOCALIZACIÓN ESPECÍFICA
Noroccidente	Antioquia	San Pedro de los Milagros	Si	6° 19' 19" de latitud norte 1° 37' 40" de longitud occidental

Fuente: Elaboración propia



Imágen 7 Localización en mapa del sitio de ejecución del proyecto

Fuente: (Gifex, 2019). Recuperado de: https://www.gifex.com/fullsize/2011-08-23-14450/Subregiones_y_zonas_de_Antioquia.html



Imágen 8 Localización en mapa sitio de construcción centro de aprovechamiento residuos orgánicos
Fuente: Google maps 2019

5.3. Aporte a la política pública

En la Tabla 9 se relaciona la información concerniente al aporte del proyecto a las políticas públicas y planes de desarrollo, además de los objetivos de desarrollo sostenible a los que se les apunta para contribuir con la protección del planeta y una mejor calidad de vida de la población.

Tabla 9 Aporte del Proyecto a políticas públicas

APORTE DEL PROYECTO A LAS POLÍTICAS PÚBLICAS

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Objetivo 11	Ciudades y comunidades sostenibles	<p>Los problemas que enfrentan las ciudades, como la recogida y la gestión seguras de los desechos sólidos, se pueden vencer de manera que les permita seguir prosperando y creciendo, y al mismo tiempo aprovechar mejor los recursos y reducir la contaminación y la pobreza. Un ejemplo de esto es el aumento en los servicios municipales de recogida de desechos. El futuro que queremos incluye ciudades de oportunidades, con acceso a servicios básicos, energía, vivienda, transporte y más facilidades para todos.</p> <p>Meta:</p> <p>11.6 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</p> <p>El consumo y la producción sostenible consisten en fomentar el uso eficiente de los recursos y la energía, la construcción de infraestructuras que no dañen el medio ambiente, la mejora del acceso a los servicios básicos y la creación de empleos ecológicos, justamente remunerados y con buenas condiciones laborales. Todo ello se traduce en una mejor calidad de vida para todos y, además, ayuda a lograr planes generales de desarrollo, que rebajen costos económicos, ambientales y sociales, que aumenten la competitividad y que reduzcan la pobreza. El objetivo del consumo y la producción sostenibles es hacer más y mejores cosas con menos recursos. Consiste en sensibilizar a los consumidores mediante la educación sobre los modos de vida sostenibles, facilitándoles información adecuada a través del etiquetaje y las normas de uso, entre otros</p>
Objetivo 12	Producción y consumo responsable	

PLAN DE DESARROLLO NACIONAL 2018 – 2022 “Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad”

LÍNEA ESTRATÉGICA	PROGRAMA	OBJETIVOS	INDICADOR
Pacto por la calidad y eficiencia de servicios públicos: agua y energía para promover la competitividad y el bienestar de todos.	Agua limpia y saneamiento básico adecuado: hacia una gestión responsable, sostenible y equitativa.	<p>Objetivo 1: Implementar estrategias para el logro de una prestación eficiente, sostenible e incluyente de los servicios de APSB con orientación regional, y una política nacional de gestión integral de residuos sólidos que articule el concepto de economía circular</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de hogares con servicio de recolección de basuras en zona urbana. • Porcentaje de municipios que tratan adecuadamente los residuos sólidos • Porcentaje de reciclaje en el marco del servicio público de aseo

Estrategias	<ul style="list-style-type: none"> • Min Vivienda estudiará las diferentes corrientes de residuos urbanos de su competencia, con el fin de promover su gestión integral bajo los principios de economía circular en la prestación del servicio público de aseo • Min Vivienda, MinAmbiente y el Departamento Nacional de Planeación (DNP) diseñarán lineamientos para que las entidades de la rama ejecutiva del Gobierno nacional elaboren e implementen programas de manejo de residuos sólidos que involucren a la población recicladora de oficio. Dichas entidades deberán llevar registro de las toneladas entregadas a las organizaciones de recicladores y reportarlas de acuerdo con los lineamientos que expida el Gobierno nacional. • Min Vivienda, en coordinación con el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), fortalecerá el observatorio nacional de reciclaje, inclusivo para facilitar el seguimiento a la actividad de aprovechamiento, en el marco de la gestión de residuos sólidos. • Min Vivienda, con el apoyo de Min Ambiente, revisará la creación de la institucionalidad necesaria para fortalecer la planeación estratégica a largo plazo del sector de aseo, con enfoque de economía circular³⁶. Adicionalmente, fortalecerán los instrumentos de planeación territorial del servicio (Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS) • El Ministerio de Educación Nacional (Min Educación), Min Ambiente y Min Vivienda fortalecerán las estrategias de la política nacional de educación ambiental, mediante la reglamentación de las características que deben contener los programas de educación ambiental, en cuanto a: (1) protección de las cuencas hídricas como fuente de vida, desarrollo y entretenimiento; (2) correcto uso del agua en sus diferentes formas de utilización; y (3) conocimiento del adecuado manejo, aprovechamiento y disposición de los residuos sólidos 	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de residuos sólidos urbanos dispuestos adecuadamente
	<p>Objetivo 6: Educar a Colombia sobre el valor del agua para la vida y su adecuado uso, así como la importancia del aprovechamiento de los residuos y los beneficios de la participación ciudadana en el mejoramiento de los servicio</p>	<p>INDICADORES DE PRODUCTO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Municipios con esquemas de aprovechamiento en operación (Soluciones de disposición final de residuos sólidos)

PLAN DE DESARROLLO DEPARTAMENTAL 2016 – 2019 “Antioquia piensa en grande”

LÍNEA ESTRATÉGICA	COMPONENTE	PROGRAMA	INDICADOR
Equidad social y movilidad	Servicios públicos	Manejo integral de los residuos sólidos con sostenibilidad ambiental en las zonas urbanas del departamento	<ul style="list-style-type: none"> • Municipios intervenidos con planes, programas y proyectos para el manejo integral de los residuos sólidos a nivel regional o local. • Vehículos compactadores cofinanciados.

Sostenibilidad ambiental	Gestión ambiental	<p>Educación y cultura para la sostenibilidad ambiental del Departamento de Antioquia. (Como eje transversal a las actividades humanas, se abordarán temas como: manejo integral de residuos sólidos, para llegar a una cultura de “Cero Basuras”(Acuerdo 489 de 2012)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proyectos de educación y participación desarrollados
---------------------------------	--------------------------	---

PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL 2016 – 2019 “Amor por San Pedro”

LÍNEA ESTRATÉGICA	COMPONENTE	PROGRAMA	INDICADOR
Amor por la sostenibilidad agroindustrial	Amor por el medio ambiente y la recuperación de residuos	Realizar programas de reciclaje y de creación de plantas de aprovechamiento de material orgánico y otros con recursos propios y cofinanciaciones durante los años 2016 y 2019 en el municipio de San Pedro de los Milagros	<ul style="list-style-type: none"> • Número de toneladas reducidas de residuos sólidos hacia el relleno sanitario.

Fuente: Elaboración propia

5.4. Análisis del mercado

De acuerdo con el PGIRS municipal vigente, los residuos sólidos no peligrosos tipo ordinarios son enviados a disposición final al relleno sanitario La Pradera, el cual se ubica en zona rural del municipio de Donmatías, igualmente residuos como los orgánicos también son enviados a este sitio por cuenta de la falta de espacios propios dentro del municipio para el aprovechamiento de residuos que cuentan con esta característica.

Actualmente esta situación es totalmente desfavorable para el municipio y el relleno sanitario, pues en el caso de este último a partir del año 2014 se había proyectado una vida útil de 30 años, en el vaso Altair, con una capacidad de 5.543.000m³, pero para el año en curso (2019) se registra una ocupación del 75% de la capacidad proyectada, lo que indica que la vida útil del relleno en el vaso Altair, está a punto de culminarse en un tiempo menor de lo establecido. Esta situación se debe en gran medida a la disposición inadecuada de residuos altamente aprovechables como los orgánicos, sumado a la falta de sitios de disposición final en el departamento que cumplan con condiciones técnicas y ambientales para tal fin pues debido a esto alrededor de 35 municipios de las diferentes subregiones del departamento deben llevar toneladas de residuos hasta este sitio. Ante esta situación, actualmente se están realizando los estudios requeridos, por la proyección de la apertura de un nuevo vaso denominado La Piñuela. Es preciso mencionar que esta es una medida urgente, pero no necesariamente la más indicada pues la problemática real radica en la falta de cultura de separación y aprovechamiento de residuos y la baja inversión por parte de los diferentes entes territoriales para contrarrestar esta problemática.

Por su parte, el municipio al no contar con sitios propios para el tratamiento de los diferentes residuos que allí se generan debe incurrir en costos de transporte y disposición de residuos que no habría necesidad de conducir hasta un relleno sanitario.

Si el municipio contara con un sitio adecuado para el aprovechamiento de los residuos orgánicos, disminuirían los costos de transporte (menos viajes al relleno sanitario) y además por el proceso de transformación de estos residuos a través de la práctica del compostaje y su posterior comercialización se generarían unos ingresos adicionales que pueden utilizarse en el costeo de los programas de educación ambiental y en potencializar la economía circular de la región a través del aprovechamiento potencial de residuos.

Con este valor agregado de la transformación de residuos orgánicos a abono orgánico, se está contribuyendo a dar cumplimiento a las metas establecidas en el Plan de Desarrollo Nacional, el cual le apuesta a una mayor comercialización de los productos producidos por medianos y pequeños productores a través de la estrategia “Coseche, venda a la fija”, teniendo como premisa que al consumidor actual le atraen los productos producidos con mayor calidad y con prácticas amigables con el ambiente; es entonces en esta línea que se encuentra el valor agregado del proyecto a través de la transformación de residuos a abonos orgánicos. En la Tabla 10, se relaciona la cuantificación del déficit que contribuirá a suplir el proyecto.

Tabla 10 Cuantificación déficit a suplir con el proyecto

OBJETIVO ESPECIFICO	ACCIONES DE INTERVENCION	BIENES Y/O SERVICIOS	CUANTIFICACIÓN DEMANDA - OFERTA
Aumentar en un 80% el aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en el área urbana del municipio de San Pedro en un periodo de 4 años.	<ul style="list-style-type: none"> Implementar – modernizar sistema de recolección de rutas selectivas (incluir recolección de orgánicos) 	Rutas selectivas de recolección (ordinarios, reciclables y orgánicos)	Toneladas residuos recolectados/toneladas residuos orgánicos recolectados
	<ul style="list-style-type: none"> Realizar jornadas de sensibilización puerta a puerta y grupales sobre separación de residuos en la fuente. 	Campañas puerta a puerta Campañas grupales	# usuarios del servicio de aseo/ #usuarios que participan de las campañas
	<ul style="list-style-type: none"> Entrega de recipientes plásticos para depositar los residuos orgánicos en cada vivienda 	Recipientes entregados a la población urbana (1 por vivienda)	# usuarios del servicio de aseo/ #usuarios que participan de las campañas
	<ul style="list-style-type: none"> Construcción, adecuación y dotación de un centro para el aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en el área urbana del municipio de San Pedro 	Centro de aprovechamiento y transformación de residuos orgánicos	Toneladas residuos orgánicos recolectados/toneladas de residuos aprovechados
	<ul style="list-style-type: none"> Reducción de residuos aprovechables enviados a disposición final. 	Contribución en la estabilización de vida útil del relleno sanitario La Pradera. Con la centro de aprovechamiento será menor la cantidad de residuos enviados a disposición final.	Toneladas de residuos generados/Toneladas de residuos aprovechadas

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, es posible apreciar cómo se cuantifican los beneficios y/o servicios que el proyecto prestará a la comunidad; se identifican 2 factores de medición VOLUMEN, que hace referencia a la cantidad de residuos generados y aprovechados y PARTICIPACIÓN donde se hace alusión a la población objetivo en función a la separación de residuos lo que conlleva a la recolección debido a la asimilación de los conceptos en los eventos de formación y sensibilización

5.5. Objetivo general

El objetivo de este proyecto se enmarca en la contribución a mejorar la calidad de vida de la población, a través de la optimización de la gestión integral de residuos, siendo esta una problemática de interés mundial, nacional y regional.

El objetivo general del presente proyecto es **“contribuir con el mejoramiento de la gestión integral de residuos en el municipio de San Pedro”**, a través del aprovechamiento y transformación de residuos orgánicos generados en el sector urbano. La dimensión de la problemática central fue medida a través de los indicadores establecidos en el PGIRS municipal:

- Toneladas de residuos sólidos generados/toneladas de residuos aprovechados
- Toneladas de residuos orgánicos generados/toneladas de residuos orgánicos aprovechados

Aunque para el momento de la formulación del PGIRS no se contaba con datos concretos ni ciertos de la cantidad de residuos orgánicos generados, si se estimó un potencial de aprovechamiento del 40%, teniendo en cuenta que para ese periodo de acuerdo con la caracterización realizada del 100% de los residuos generados en el área urbana el 46,2% eran tipo orgánicos; sin embargo para la fecha esta gestión continua en mora debido a que no aún no se realiza ninguna acción de aprovechamiento de residuos orgánicos.

5.6. Objetivos específicos

Para determinar el objetivo específico se identificaron causas como falta de programas orientados al aprovechamiento de residuos orgánicos, falta de infraestructura propia (municipal) asociada al aprovechamiento, falta de programas y personal capacitado para la sensibilización y educación ambiental sobre la separación de residuos y liderar programas de gestión ambiental. Por tanto, se define como objetivo específico **“aumentar en un 80% el aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en el área urbana del municipio de San Pedro en un periodo de 4 años”**. A través de este objetivo es posible cuantificar el aprovechamiento de los residuos orgánicos, lo cual se verá reflejado en factores como disminución de residuos aprovechables que se disponen de manera inadecuada en rellenos sanitarios y generación de ingresos adicionales por la comercialización de los residuos aprovechados y transformados.

De acuerdo con el PGIRS, donde se contemplaba una proyección de aprovechamiento del 40%, se espera que el porcentaje de toneladas a aprovechar de residuos orgánicos ascienda a 80% en un periodo de 4 años con el presente proyecto.

5.7. Diagrama árbol de objetivos

Teniendo claridad de las causas y efectos que generan la problemática central, éstas se potencializan a través de acciones como medio para contrarrestar los factores negativos identificados y así poder lograr el objetivo específico y contribuir con la solución del problema. En la Ilustración 6 se muestra el árbol de objetivos.

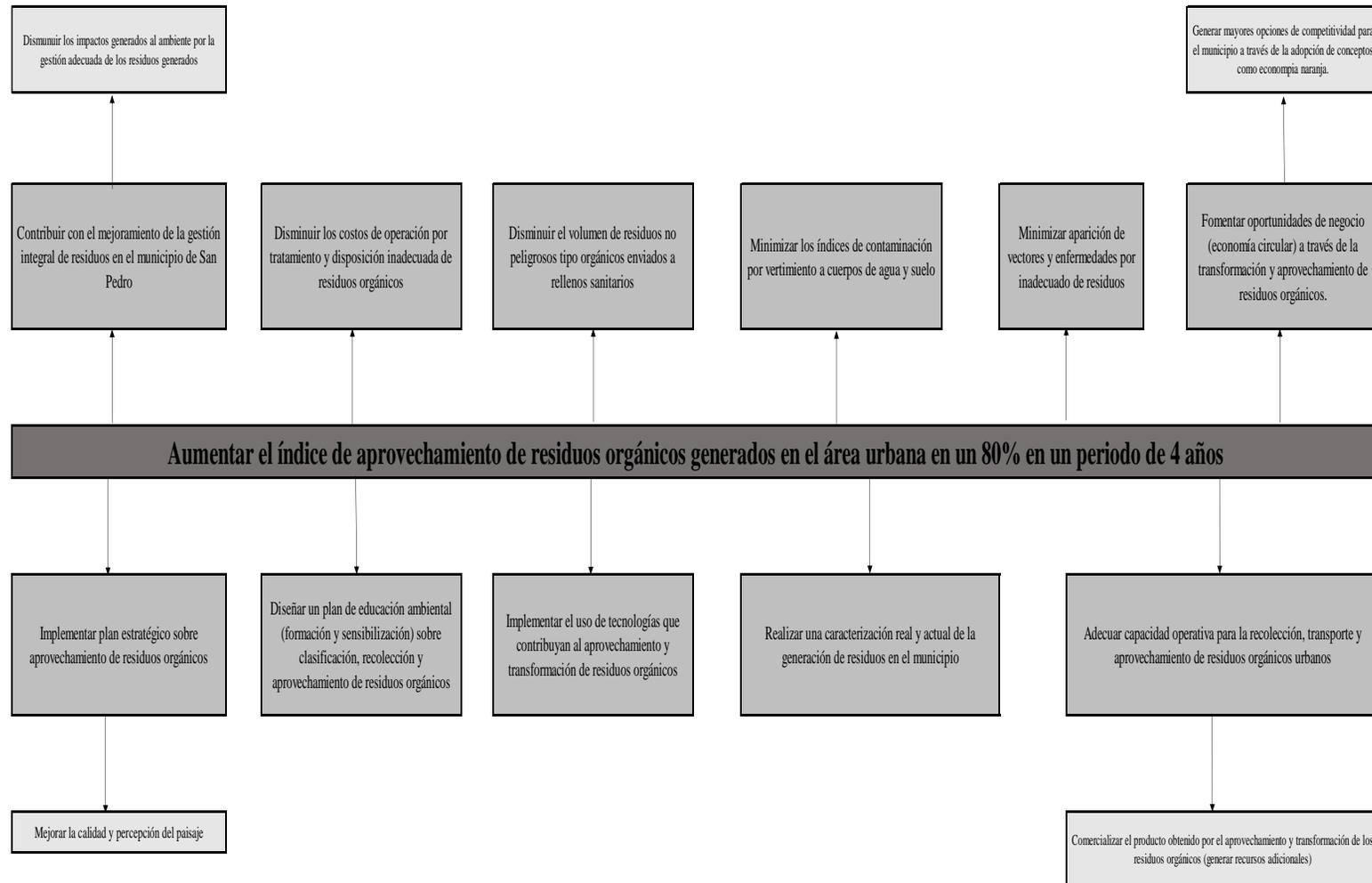


Ilustración 6 Diagrama árbol de objetivos

Fuente: Elaboración propia

6. Matriz análisis de riesgos

En la matriz de riesgos se describen una serie de acciones que deben ser contempladas dentro del desarrollo del proyecto ya que se convierten en la probabilidad de ocurrencia de un determinado evento ocasional o fortuito.

Los riesgos identificados se localizan en el nivel económico, social, ambiental, legal y operacional; estos riesgos tienen una probabilidad de ocurrencia dependiendo su nivel, pero finalmente a través de la formulación de unas medidas será posible mitigar o aminorar los impactos que dichos riesgos puedan generar en el normal desarrollo del proyecto.

En la Tabla 11 se detalla el análisis de los riesgos identificados para el proyecto de aprovechamiento de residuos orgánicos en el municipio de San Pedro.

Tabla 11 Matriz de riesgos del proyecto

NIVEL	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PROBABILIDAD	IMPACTO	EFEECTO	MEDIAS DE MITIGACIÓN
ECONÓMICO	No aprobación del total del presupuesto para la ejecución del proyecto (planta de compostaje y plan de educación ambiental)	Probable	Alto	No se pueda realizar en su totalidad las obras necesarias para la operación del proyecto	Replantear estudio financiero y presentar nuevamente para aprobación
	Negación de permisos ambientales requeridos para la operación del centro de aprovechamiento	Posible	Alto	Aumento de costos	<ul style="list-style-type: none"> Supervisar los muestreos, aforos y estudios desde el inicio. Ajustar los informes requeridos para los permisos de acuerdo con las solicitudes de la autoridad ambiental
LEGAL	Incumplimiento por parte del contratista a cargo de la construcción del centro de aprovechamiento	Ocasional	Moderado	Aumento de costos Obras de mala calidad	<ul style="list-style-type: none"> Contratar una interventoría para control y seguimiento (técnico, financiero) Exigencia de pólizas Contratar una interventoría para control y seguimiento (técnico, financiero) Exigencia de pólizas
	Incorrecta inversión del anticipo	Probable	Moderado	Aumento de costos Acciones legales	<ul style="list-style-type: none"> Exigencia de pólizas
ADMINISTRATIVO	Daños a los bienes o equipos durante el transporte, cargue o descargue	Probable	Moderado	Aumento de costos Acciones legales	Exigencia de pólizas
	Adjudicar a contratistas sin capacidad real para cumplir con compromisos contractuales Riesgo político por el cambio de administración; cambio de prioridades	Probable	Moderado	Aumento de costos Obras de mala calidad	Definición adecuada de las especificaciones técnicas de las obras a ejecutar y condiciones contractuales

	Deslizamiento de terreno, avalanchas, asentamientos y otros riesgos geotécnicos	Ocasional	Moderado	Aumento de costos debido a la necesidad de contratar otro tipo de maquinaria	<ul style="list-style-type: none"> • Formular e implementar plan de manejo para excavaciones y demás • Articulación con el plan de gestión del riesgo municipal
AMBIENTALES	Condiciones climáticas adversas para la construcción de las obras requeridas	Posible	Moderado	Aumento de costos debido a los retrasos de las obras	Realizar y/o avanzar con otras actividades de la construcción y adecuación de la planta
	Condiciones especiales del terreno encontradas durante la construcción, que puedan impedir o retrasar las obras	Posible	Moderado	Aumento de costos debido a los retrasos de las obras	Realizar y/o avanzar con otras actividades de la construcción y adecuación de la planta
	Baja aceptación por parte de la población para la recuperación de residuos orgánicos	Probable	Alto	Impacto negativo para la operación del proyecto	Diseñar e implementar el plan de educación y sensibilización ambiental – campañas permanentes
OPERACIONALES	Bajos índices de recuperación de residuos orgánicos	Probable	Moderado	Contaminación del material a aprovechar	Diseñar alternativas de sensibilización y recolección que motiven a la separación en la fuente.
	Condiciones inadecuadas para la práctica del compostaje	Probable	Moderado	Aumento la disposición final de residuos que pueden ser aprovechables (reducción vida útil relleno sanitario)	Diseñar alternativas de sensibilización y recolección sin ocasionar perjuicios a la comunidad

Fuente: Elaboración propia

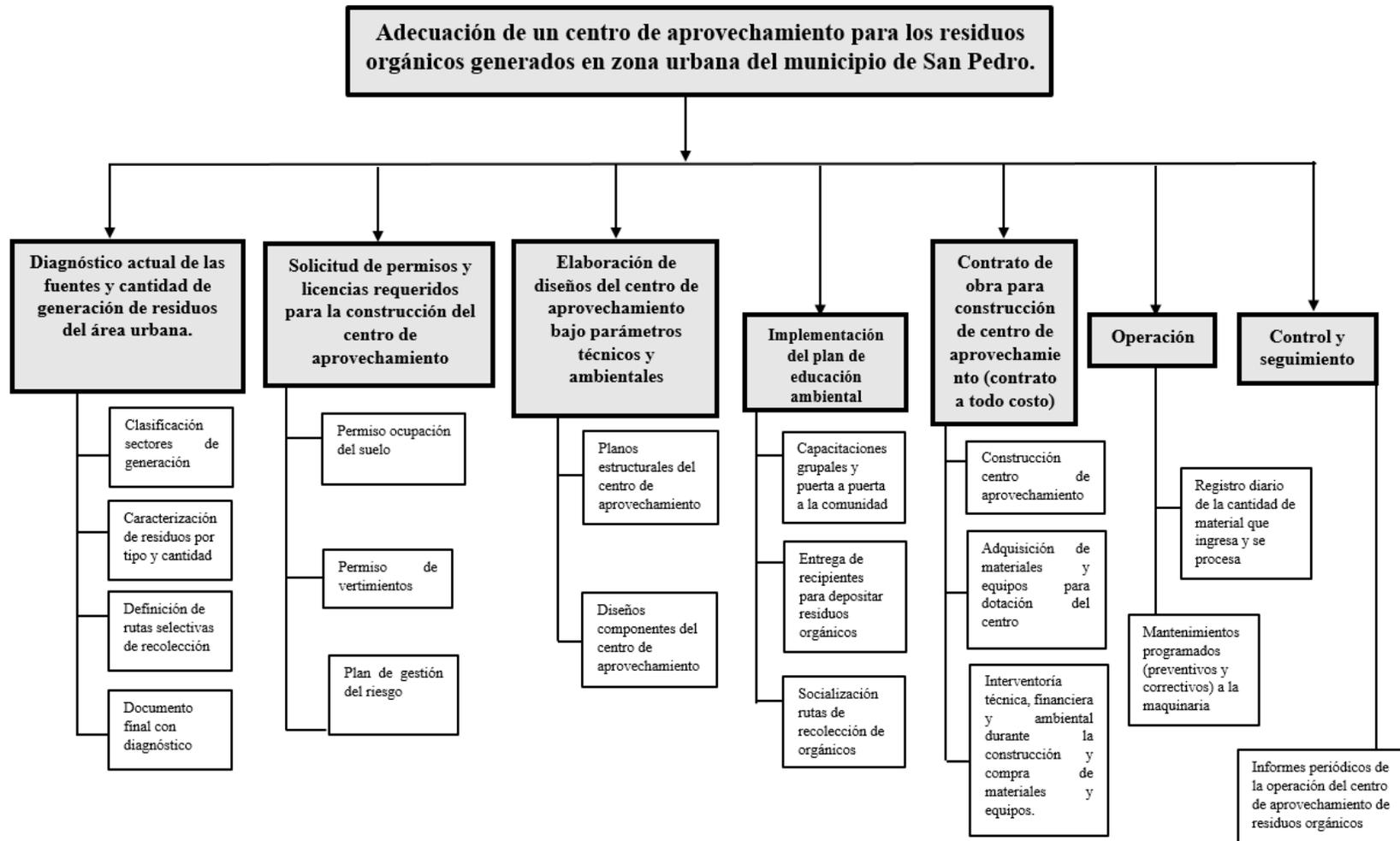
7. Costos de la alternativa

7.1. Estructura de desglose de trabajo

A continuación, se presentan las actividades que se han depurado de acuerdo con la necesidad expuesta y de las cuales hay mayor seguridad que contribuirán al logro del objetivo propuesto porque técnicamente son viables y además apuntan al cumplimiento de la legislación vigente en el tema.

La estructura de desglose de trabajo que se presenta en la Imágen 9 se compone de 7 productos o fases concretas y unas tareas o actividades por cada componente, donde por medio de las cuales se pretende lograr el objetivo específico (aumentar en un 80% el aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en el área urbana del municipio) y alcanzar así la meta propuesta.

La construcción de un centro de aprovechamiento de residuos orgánicos es una apuesta innovadora en la que se da alternativas de solución a una problemática de carácter mundial y además se da cumplimiento a diferentes políticas públicas del orden nacional y departamental donde el fin último es contribuir con una mejor calidad de vida de la población por medio de acciones que salvaguardan el ambiente.



Imágen 9 Diagrama desglose de trabajo

Fuente: Elaboración propia

7.2. Costos de la alternativa de solución

En la Tabla 12 se detallan las actividades a desarrollar y los costos de cada una de ellas, evidenciándose así el costo total del proyecto.

El proyecto se compone de 9 actividades, de las cuales 7 se ejecutarán solo durante el primero año y la operación, seguimiento y control se desarrollarán por un periodo de 4 años.

Tabla 12 Costos alternativa de solución

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVO ESPECIFICOS	PRODUCTO	ACTIVIDADES	INSUMO	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNIDAD	VALOR TOTAL	
Contribuir con el mejoramiento de la gestión integral de residuos en el municipio de San Pedro, a través del aprovechamiento y transformación de residuos orgánicos generados en el sector urbano.	Aumentar en un 80% el aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en el área urbana del municipio de San Pedro en un periodo de 4 años.	80% de toneladas de residuos orgánicos aprovechados e un periodo de 4 años.	Elaboración de un diagnóstico real sobre la cantidad y sectores de generación de residuos en el área urbana	Ingeniero Ambiental (Especialista en residuos) (1)	320	Hora	\$ 23.290	\$ 7.452.800	
				Ingeniero Sanitario (1)	160	Hora	\$ 23.290	\$ 3.726.400	
			Solicitud de permisos y licencias	Oficina	1	Mes	\$ 300.000	\$ 300.000	
				Papelería (resmas de papel)	5	Unidad	\$ 15.000	\$ 75.000	
				Insumos (lapiceros, lápices, borrador)	20	Unidad	\$ 3.000	\$ 60.000	
				Alquiler computador	600	Hora	\$ 10.000	\$ 6.000.000	
				Alquiler Impresora	600	Hora	\$ 5.000	\$ 3.000.000	
				Cámara fotográfica	40	Hora	\$ 5.000	\$ 200.000	
				Telefonía e internet (plan)	1	Mes	\$ 120.000	\$ 120.000	
				Estudio de suelos	8	Hora	\$ 300.000	\$ 2.400.000	
				Permiso Uso del suelo	1	Permiso	\$ 500.000	\$ 500.000	
				Permiso de vertimientos	1	Permiso	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	
				Análisis de laboratorio	1	Análisis	\$ 400.000	\$ 400.000	
				Aforo (modelación fuente, plan de gestión de riesgo)	1	Aforo	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	
				Tecnólogo en obras civiles	40	Hora	\$ 14.238	\$ 569.500	
				Elaboración de diseños del centro de aprovechamiento	Diseñador gráfico	40	Hora	\$ 14.238	\$ 569.500
					Ingeniero ambiental	40	Hora	\$ 23.290	\$ 931.600
					Software dibujante (Illustrator. Vectorízate)	1	Mes	\$ 300.000	\$ 300.000
					Impresión planos	5	Plano	\$ 20.000	\$ 100.000
							Ingeniero ambiental	60	Hora

Sensibilización sobre separación de residuos en la fuente y socialización de la recolección selectiva (puerta a puerta)	Profesional social	60	Hora	\$ 23.290	\$ 1.397.400
	Recipientes plásticos	8000	Unidad	\$ 5.000	\$ 40.000.000
	Piezas gráficas (volantes)	2000	Unidad	\$ 1.500	\$ 3.000.000
	Transporte	60	Hora	\$ 50.000	\$ 3.000.000
	Contrato de obra para construcción de centro de aprovechamiento (contrato a todo costo)	1	Contrato	\$ 300.000.000	\$ 300.000.000
	Báscula de piso mecanizada e instalación	1	Báscula	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
	Sistema de aireación (tubería PVC)	1	Sistema aireación	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
	Tablero de control de información	1	Tablero control	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000
	Coches de mano (2 ruedas)	5	Coche	\$ 80.000	\$ 400.000
	Manguera de jardín con aspersor (300 metros)	2	Manguera	\$ 50.000	\$ 100.000
Adquisición de materiales y equipos	Molino homogenizador	1	Molino	\$ 1100000	\$ 1.100.000
	Banda transportadora	1	Banda	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000
	Tamizador o cernidor	1	Tamizador	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
	Estibas de madera plástica	100	Estiba	\$ 20.000	\$ 2.000.000
	Palas para volteo	5	Pala	\$ 50.000	\$ 250.000
	Termómetro industrial electrónico	1	Termómetro	\$ 200.000	\$ 200.000
	Termómetro bimetalico	1	Termómetro	\$ 150.000	\$ 150.000
	Empaques capacidad 50 kl	2000	Empaque	\$ 2.000	\$ 4.000.000
	Peachímetro electrométrico	1	PH	\$1.050.000	\$ 1.050.000
	Vehículo recolector	1	Vehículo	\$120.000.000	\$ 120.000.000

Interventoría	Profesional ambiental	160	Hora	\$ 26.470	\$ 4.235.200
Operación	Realizar mantenimiento preventivos a las instalaciones asociadas a la planta de compostaje (1 mantenimiento por mes durante 4 años)	48	Mantenimiento	\$ 500.000	\$ 24.000.000
	Ingeniero ambiental	120	Hora	\$ 23.290	\$ 2.794.800
	Papelería (resmas de papel)	50	Unidad	\$ 15.000	\$ 750.000
	Insumos (lapiceros, lápices, borrador)	120	Unidad	\$ 3.000	\$ 360.000
Control y seguimiento	Alquiler computador	120	Hora	\$10.000	\$ 1.200.000
	Alquiler Impresora	600	Hora	\$ 5.000	\$ 3.000.000
	Cámara fotográfica	120	Hora	\$ 2.400	\$ 288.000
	Telefonía e internet (plan)	12	Mes	\$ 120.000	\$ 1.440.000
COSTO TOTAL					\$554.317.600

Fuente: Elaboración propia

8. Valoración de ingresos y beneficios

8.1. Identificación y definición

El proyecto de aprovechamiento de residuos orgánicos a través de la construcción de un centro de aprovechamiento, trae consigo una serie de beneficios para la comunidad en general y para cada uno de los actores involucrados; cabe mencionar que también se identificaron unos beneficios o externalidades positivas para el municipio por el debido cumplimiento de la norma. A continuación, se relacionan cada uno de ellos. En la Tabla 13 se presenta un resumen de los beneficios identificados.

- Disminución en los costos de operación por transporte de residuos hasta el relleno sanitario: Se reducirán considerablemente los residuos a disponer en relleno sanitario porque serán aprovechados, por lo tanto, habrá una disminución en costos de operación/ ítem transporte (disminuye frecuencia de viajes hasta el relleno sanitario).
- Disminución en costos de operación por pago por disposición final en relleno sanitario: Se evidenciará un ahorro por la disminución en el volumen de toneladas que en vez de disponerse en relleno sanitario serán aprovechadas en el centro.
- Se contribuirá con el aumento de la vida útil del relleno sanitario (asociado a la meta de 2030).
- Mayor número de personas con conocimiento en separación de residuos en la fuente y aprovechamiento, reflejado en mayor conciencia ambiental.
- Reducción de índices de emisiones de gases contaminantes a la atmósfera.
- Ingreso de recursos adicionales al municipio por comercialización del producto obtenido del aprovechamiento y transformación de los residuos orgánicos.

- El municipio puede obtener beneficios tributarios por su responsabilidad ambiental, y acceder a programas de cooperación internacional
- Reconocimiento por cumplimiento de la norma por parte de diferentes entidades público-privadas locales, regionales, nacionales e internacionales y su desarrollo y crecimiento podría darse a tal punto que al contar con centros óptimos y funcionales pueda prestar servicios a municipios cercanos recepcionando así recursos y disminuyendo los costos propios por servicio de aseo, recolección y disposición de residuos.

Beneficios – externalidades

- Disminución en tarifa cobrada a usuarios por servicio de aseo: Al reducirse la cantidad de residuos que son dispuestos en relleno sanitario, estos costos operacionales por transporte y pago del servicio son menores; por tanto, esta situación podría verse reflejada en el cobro de la factura del servicio.
- La comunidad campesina se puede ver beneficiada por la contribución a través de la entrega de abono orgánico para sus cultivos; situación que se vería reflejada en el menor uso de productos químicos y tóxicos.
- Experiencia exitosa para ser replicada por otros municipios

Tabla 13 Identificación de beneficios

EFEECTO	TIPO	NOMBRE	UNIDAD MEDIDA
DIRECTO	Excedente del producto	Ingreso recursos adicionales por ventas del producto transformado	Toneladas de residuos procesados
		Ahorro en disposición final en relleno sanitario	Toneladas de residuos aprovechadas por no disposición en relleno sanitario
INDIRECTO	Disminución de costos (liberación de recursos)	El municipio puede obtener beneficios tributarios por su responsabilidad ambiental	Beneficios tributarios Acceso programas de cooperación

EXTERNALIDADES	Ambientales	Reducción de índices de emisiones de gases contaminantes a la atmósfera	Disminución en huella de carbon.
	Económicos	Menor uso de agroquímicos Disminución en tarifa cobrada a usuarios por servicio de aseo	Costo más bajo en servicio de aseo
INTANGIBLES	Sociales	Mayor conciencia ambiental por parte de la comunidad	Número de personas con mayor conciencia ambiental

Fuente: Elaboración propia

8.2. Cuantificación de beneficios

Para la cuantificación de los beneficios e ingresos se tuvo en cuenta la información procedente de la proyección de generación de residuos realizada en el PGIRS 2015. La información se detalla en la Tabla 14.

Los beneficios cuantificados obedecen a los relacionados con la disminución de costos por menor disposición de residuos en relleno sanitario, situación reflejada en reducción en costos de transporte y pago del servicio de disposición.

Tabla 14 Análisis de ingresos y beneficios

ANÁLISIS DE INGRESOS Y BENEFICIOS							
Periodo	CANT. (Ton. Orgánicos)	INGRESOS		BENEFICIO (AHORRO DISPOSICIÓN FINAL)			TOTAL DEL PERÍODO
		PRECIO	TOTAL ORGÁNICOS	Cantidad de toneladas de residuos que no van	PRECIO (\$ AHORRO POR TON.)	VALOR AHORRO	
2014	1870	100.000	\$ 187.000.000	1.870	63.503	\$ 18.750.610	\$ 305.750.610
2015	1926	100.000	\$ 192.600.000	1926	63.503	\$ 122.306.778	\$ 314.906.778
2016	1984	100.000	\$ 198.400.000	1984	63.503	\$ 125.989.952	\$ 324.389.952
2017	2043	100.000	\$ 204.300.000	2043	63.503	\$ 129.736.629	\$ 334.036.629
2018	2114	100.000	\$ 211.400.000	2114	63.503	\$ 34.245.342	\$ 345.645.342

2019	2167	100.000	\$ 216.700.000	2167	63.503	\$ 137.611.001	\$ 354.311.001
2020	2232	100.000	\$ 223.200.000	2232	63.503	\$ 141.738.696	\$ 364.938.696
2021	2299	100.000	\$ 229.900.000	2299	63.503	\$ 145.993.397	\$ 375.893.397
2022	2368	100.000	\$ 236.800.000	2368	63.503	\$ 150.375.104	\$ 387.175.104
2023	2438	100.000	\$ 243.800.000	2438	63.503	\$ 154.820.314	\$ 398.620.314
2024	2511	100.000	\$ 251.100.000	2511	63.503	\$ 159.456.033	\$ 410.556.033
2025	2587	100.000	\$ 258.700.000	2587	63.503	\$ 164.282.261	\$ 422.982.261

Fuente: Elaboración propia

Es importante mencionar que los beneficios de este proyecto comenzaran a ser valorizados a partir del primer año, posterior a las adquisiciones, compras y eventos de formación y sensibilización para fortalecer la cultura de la comunidad frente a la separación de residuos en la fuente y así poder contar con el material suficiente para transformar y comercializar como valor agregado del proyecto.

9. Matriz de marco lógico

En la Tabla 15 se consolida toda la información relacionada con la intencionalidad del proyecto, es decir los insumos requeridos para la realización de las actividades medibles y fundamentadas en la necesidad identificada; a través de estas actividades será posible llegar al logro del objetivo específico el cual es aumentar en un 80% el aprovechamiento de residuos orgánicos generados en el área urbana del municipio de San Pedro y así contribuir al logro del objetivo general que es la contribución a mejorar la gestión integral de residuos en pro de una mejor calidad de vida para la población.

Para la elaboración de la matriz se relacionan todas las actividades que son necesarias, las cuales a través de unos indicadores son medibles y con fuentes de verificación. De igual manera los productos son los suficientemente adecuados y claros, las fuentes de verificación son sólidas y permiten el control de la entrega de los bienes y/o servicios en los términos requeridos.

Tabla 15 Matriz Marco Lógico

CONSOLIDACIÓN MATRÍZ MARCO LÓGICO

	DESCRIPCIÓN	INDICADORES	FUENTES DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
FIN	Contribuir con el mejoramiento de la gestión integral de residuos en el municipio de San Pedro, a través del aprovechamiento y transformación de residuos orgánicos generados en el área urbana	<ul style="list-style-type: none"> Residuos sólidos generados/residuos aprovechados Residuos orgánicos generados/residuos orgánicos aprovechados Unidad medida: porcentaje Meta 80% en 4 años	Plan de manejo ambiental municipal Plan de gestión integral de residuos sólidos – PGIRS Informes de seguimiento y control Registro fotográfico	<ul style="list-style-type: none"> Cambio en las reglas de juego (destinación inadecuada de los recursos aprobados) Cambio de la administración local Incumplimiento de la norma vigente
RESULTADOS	Aumentar en un 80% el aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en el área urbana del municipio de San Pedro en un periodo de 4 años	<ul style="list-style-type: none"> Toneladas residuos orgánicos generados/toneladas residuos orgánicos aprovechados en compostaje Toneladas residuos orgánicos generados/toneladas residuos orgánicos aprovechadas en lombricultivo Toneladas residuos orgánicos generados/toneladas residuos orgánicos aprovechadas en biodigestión Unidad de medida: porcentaje Meta: 80% de aprovechamiento	Registro de información (planillas de control) ESP y PGIRS <ul style="list-style-type: none"> Toneladas residuos generados Toneladas residuos orgánicos generados Toneladas residuos enviados a disposición final 	Menor cantidad de residuos aprovechados en el periodo estipulado.
COMPONENTES	Construcción del centro de aprovechamiento de residuos orgánicos	<ul style="list-style-type: none"> Centro de aprovechamiento construido y en operación Unidad de medida: número – centro Meta 1 centro de aprovechamiento	Informes de interventoría donde se certifica el cumplimiento del contrato establecido	<ul style="list-style-type: none"> El centro de aprovechamiento es entregado en el tiempo estipulado y entra en operación de
ACTIVIDADES	Elaboración de un diagnóstico real sobre la cantidad y sectores de generación de residuos en el área urbana	Diagnóstico real y actualizado de la fuente de generación y cantidad de residuos que se generan Unidad de medida: número	Documento de diagnóstico Caracterización de residuos	<ul style="list-style-type: none"> Falta de información consolidada, veraz Incumplimiento de la norma

		Meta: 1 documento de diagnóstico		
Solicitud de permisos y licencias	Permisos requeridos/permisos aprobados Unidad de medida: número Meta: 3 permisos aprobados	Verificación de la norma técnica y legal del componente ambiental		<ul style="list-style-type: none"> • Que haya diligencia en el otorgamiento de los permisos en el tiempo estipulado • Incumplimiento de las normas
Elaboración de diseños del centro de aprovechamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Diseños del centro de aprovechamiento de residuos orgánicos con las condiciones técnicas y ambientales • Plan de educación ambiental implementado 	<ul style="list-style-type: none"> • Informe de interventoría • Certificado secretaría de planeación 		Que los diseños no sean entregados ni aprobados en los tiempos establecidos
Implementación del plan de educación ambiental en la comunidad	Unidad de medida: 1 Meta: 1 plan implementado	Informe de ejecución de las actividades proyectadas y realizadas del plan por parte del equipo del PGIRS		Que la población no participe de las actividades formativas
Contrato de obra para construcción de centro de aprovechamiento (contrato a todo costo)	Centro de aprovechamiento construido Unidad de medida: número Meta: 1 planta	Informes parciales y final de interventoría		Destinación inadecuada de los recursos por parte del contratante al contratista.
Adquisición de materiales y equipos	Equipos adquiridos e instalados funcionando adecuadamente	Certificados de calidad, de calibración e informes de operación		Falta de garantías de los equipos
Interventoría	Contrato de interventoría de obra	Informes		La interventoría presenta los informes de avance y final de acuerdo con la ejecución de obra.
Operación	Informes trimestrales de la operación de la planta	Registros de seguimiento Informes bitácoras. Registro de ingreso (planillas de control)	<ul style="list-style-type: none"> • Toneladas residuos orgánicos aprovechados – transformados • Toneladas de residuos orgánicos generados • Toneladas de residuos orgánicos ingresados 	Registros de seguimiento debidamente diligenciados y analizados de acuerdo a los requerimientos de la autoridad ambiental.

Control y seguimiento	Certificados de cumplimiento por el aprovechamiento de los residuos	Certificados otorgados avalados por parte de la autoridad ambiental	No aplica
-----------------------	---	---	-----------

Fuente: Elaboración propia

10. Cronograma de ejecución

En la Tabla 16 se presenta la información concerniente al desarrollo de las actividades propias de la ejecución del proyecto durante las diferentes etapas. Estas actividades demandarán diferentes recursos como humano, financiero y técnico; el cronograma se establece en periodos de tiempo de acuerdo a cada actividad a desarrollar de esta manera todos los interesados en el proyecto podrán visualizar los requerimientos y avance de obras para cumplimiento de las metas propuestas. La tabla que a continuación se presenta, es un resumen del cronograma, este podrá visualizarse con mayor claridad en el anexo 2.

Tabla 16 Cronograma de ejecución de actividades

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES				
ACTIVIDAD	PERIODO DE EJECUCIÓN			AÑO
	INICIO DE LA ACTIVIDAD (# semana)	FIN DE LA ACTIVIDAD (# semana)	DURACIÓN (En semanas)	
DIAGNÓSTICO				
Elaboración del diagnóstico	1	6	6	1
Elaboración de diseños de la planta	4	9	6	1
Solicitud de permisos ambientales y otros obligatorios	1	11	10	1
CONTRATACIÓN				
Elaboración de pliego de condiciones y contrato	11	13	2	1
Licitación y elección de oferta de acuerdo al contrato	14	15	1	1
SOCIALIZACIÓN Y CAPACITACIÓN				
Socialización del proyecto con los diferentes grupos de interés	15	20	5	1
Capacitación al personal operativo del centro de aprovechamiento	18	20	2	1
EJECUCIÓN CONTRATO Y DOTACIÓN				

Construcción del centro de aprovechamiento	17	32	15	1
Adquisición e instalación de maquinaria y equipos para la dotación del centro	17	25	8	1
EJECUCIÓN DEL PLAN DE EDUCACIÓN AMBIENTAL				
Sensibilización a la comunidad frente a la implementación de rutas selectivas	29	36	7	1
Inicio de prueba de ruta de recolección selectiva	36	38	2	1
OPERACIÓN				
Inicio Operación de la planta	38			1 2 3 4
Mantenimientos preventivos a las instalaciones asociadas a la planta (1 vez al mes por un periodo de 4 años)	43 55 68	81	Un mantenimiento por año	1 2 3 4
Control y seguimiento de la operación de la planta	36	208	172	
Elaboración de informes de seguimiento (semestrales, por un periodo de 4 años)	47	208	Un informe por semestre	1 2 3 4
SEGUIMIENTO A LA IMPLEMENTACIÓN				
Inspección a la rutas de recolección (1 cada semana)	36	208	172	1 2 3 4
Registro de residuos orgánicos que ingresan a la planta (pesaje en báscula)	36	208	172	1 2 3 4
Seguimiento de parámetros obligatorios (pH, humedad, temperatura, olores)	36	208	172	1 2 3 4
Diligenciamiento de planilla de control	36	208	172	1 2 3 4
Seguimiento a cada fase del material a compostar	36	208	172	1 2 3 4
Pesaje de abono producido	36	208	172	1 2 3 4
Almacenamiento del abono orgánico	36	208	172	1 2 3 4
Elaboración de informe mensual - registro de información	36	208	172	1 2 3 4
CONTROL				
Interventoría a la ejecución de la obra	17	32	15	1
Presentación de informes de operación	36	208	172	1

Fuente: Elaboración propia

11. Referencias bibliográficas

- Alcaldía Mayor de Bogotá, U. N. (2016). *Uaesp*. Obtenido de Uaesp:
http://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf
- Antioquia, G. d. (2016). *Asamblea de Antioquia*. Obtenido de Asamblea de Antioquia:
<http://www.asambleadeantioquia.gov.co/2016/images/articles/planDesarrollo.pdf>
- Colombia, C. d. (Diciembre de 2008). *Min ambiente*. Obtenido de Min ambiente:
http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/2008/ley_1259_2008.pdf
- Domiciliarios, S. d. (2017). *Andi*. Obtenido de Andi:
<http://www.andi.com.co/Uploads/22.%20Informa%20de%20Aprovechamiento%20187302.pdf>
- Domiciliarios, S. d. (Diciembre de 2018). *Superservicios*. Obtenido de Superservicios:
https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/Publicaciones/Publicaciones/2018/Dic/2._disposicion_final_de_residuos_solidos_-_informe_2017.pdf
- Domiciliarios, S. d. (Diciembre de 2018). *Superservicios*. Obtenido de Superservicios:
https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/Publicaciones/Publicaciones/2018/Dic/2._disposicion_final_de_residuos_solidos_-_informe_2017.pdf
- Edeso. (22 de Marzo de 2019). *Youtube*. Obtenido de Youtube:
<https://www.youtube.com/watch?v=YBYNeRB35w8>
- Elorza, M. I. (2016). *munistgo*. Obtenido de munistgo:
http://www.munistgo.info/medioambiente/wp-content/uploads/2016/10/Compostaje_y_Lombricultura.pdf
- Energía, F. (13 de Diciembre de 2016). *Factor energía*. Obtenido de Factor energía:
<https://www.factorenergia.com/es/blog/eficiencia-energetica/que-son-energias-alternativas/>
- Gifex. (2019). *Gifex*. Obtenido de Gifex: https://www.gifex.com/fullsize/2011-08-23-14450/Subregiones_y_zonas_de_Antioquia.html
- Gladys Jaramillo Henao, L. M. (2008). *Biblioteca digital UdeA*. Obtenido de Biblioteca digital UdeA:
<http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/45/1/AprovechamientoRSOUenColombia.pdf>
- Guarne, C. P. (10 de Diciembre de 2015). *Youtube*. Obtenido de Youtube:
<https://www.youtube.com/watch?v=dTq4EmmeJoc>

- Guerrero, L. (24 de Mayo de 2018). *aboutespanol*. Obtenido de aboutespanol:
<https://www.aboutespanol.com/que-es-un-biodigestor-3417683>
- Ideam. (2019). *Ideam*. Obtenido de Ideam:
<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/021313/08Capitulo4.pdf>
- Infoagro. (2019). *Infoagro*. Obtenido de Infoagro:
<https://www.infoagro.com/abonos/lombricultura.htm>
- José William Penagos Vargas, J. A. (Octubre de 2011). *INGENIARE, Universidad Libre-Barranquilla*. Obtenido de INGENIARE, Universidad Libre-Barranquilla:
file:///C:/Users/Maricela/Downloads/Dialnet-ReduccionDeLosResiduosSolidosOrganicosEnColombiaPo-6579711.pdf
- Milagros, M. S. (2015). *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos - PGIRS*. San Pedro de los Milagros: Alcaldía San Pedro de los Milagros.
- Milagros, S. P. (2017). *Caracterización de los residuos sólidos generados en el municipio de San Pedro de los Milagros - Antioquia*. San Pedro de los Milagros.
- Monterrosa, H. (23 de Agosto de 2018). *La República - Crece la tendencia del compostaje*. Obtenido de La República - Crece la tendencia del compostaje:
<https://www.larepublica.co/responsabilidad-social/hasta-70-de-los-residuos-solidos-del-pais-se-pueden-transformar-en-compostaje-2762298>
- Norte, U. C. (2014). *UCN Observatorio economico y social del norte de Antioquia*. Obtenido de UCN Observatorio economico y social del norte de Antioquia:
<https://www.ucn.edu.co/internacionalizacion/observatorio-economico-y-social-norte-de-antioquia/Documents/territoriosdeestudio/san-pedro-de-los-milagros.pdf>
- Piedrahíta, H. D. (2016). *Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019 Amor por San Pedro*. San Pedro de los Milagros: Alcaldía San Pedro de los Milagros.
- Planeación, D. N. (Bogotá de 2015). *Colaboración DNP - Manual conceptual de la Metodología General Ajustada (MGA)*. Obtenido de Colaboración DNP - Manual conceptual de la Metodología General Ajustada (MGA):
<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/MGA/Tutoriales%20de%20funcionamiento/Manual%20conceptual.pdf>
- Planeación, D. N. (2018). *Colaboración DNP*. Obtenido de Colaboración DNP:
<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/BasesPND2018-2022n.pdf>
- Recytrans. (09 de Agosto de 2013). *Recytrans*. Obtenido de Recytrans:
<https://www.recytrans.com/blog/reciclaje-de-residuos-organicos/>
- Solanyi Castañeda Torres, J. P. (24 de marzo de 2017). *SciELO - Modelo de aprovechamiento sustentable de residuos sólidos orgánicos en Cundinamarca, Colombia*. Obtenido de SciELO - Modelo de aprovechamiento sustentable de residuos sólidos orgánicos en

- Cundinamarca, Colombia: <http://www.scielo.org.co/pdf/reus/v19n1/0124-7107-reus-19-01-00116.pdf>
- Solnarosky. (2018). *Punto convergente*. Obtenido de Punto convergente: <http://puntoconvergente.uca.edu.ar/el-compostaje-pequenas-acciones-que-generan-grandes-cambios/>
- Sostenibilidad. (2018). *Sostenibilidad*. Obtenido de Sostenibilidad: <https://www.sostenibilidad.com/desarrollo-sostenible/en-que-consiste-la-economia-circular/>
- Superservicios. (23 de Agosto de 2018). *La República*. Obtenido de La República: <https://www.larepublica.co/responsabilidad-social/hasta-70-de-los-residuos-solidos-del-pais-se-pueden-transformar-en-compostaje-2762298>
- Unidas, N. (2019). *UN.org*. Obtenido de UN.org: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/>
- Urroa, E. P. (31 de Enero de 2019). *empresaspublicasurrao*. Obtenido de empresaspublicasurrao: <http://www.empresaspublicasurrao.gov.co/noticias/planta-de-aprovechamiento-de-residuos-organicos>
- Villareal, P. (21 de Octubre de 2011). *Blogspot*. Obtenido de Blogspot: <http://eerrbolivia.blogspot.com/2011/10/>
- Vivienda, M. d. (Enero de 2017). *Minivivienda*. Obtenido de Minivivienda: <http://www.minivivienda.gov.co/Documents/Gu%C3%ADa%20de%20Manejo%20de%20Residuos%202017.pdf>
- Vivienda, M. d. (Enero de 2017). *Minivivienda*. Obtenido de Minivivienda: <http://www.minivivienda.gov.co/Documents/Gu%C3%ADa%20de%20Manejo%20de%20Residuos%202017.pdf>
- Vivienda, M. d. (2017 de Enero). *Minivivienda*. Obtenido de Minivivienda: <http://www.minivivienda.gov.co/Documents/Gu%C3%ADa%20de%20Manejo%20de%20Residuos%202017.pdf>
- Weaver, F. (Febrero de 2016). *Finland.fi*. Obtenido de Finland.fi: <https://finland.fi/es/neegocios-amp-innovacion/eliminacion-de-residuos-en-una-economia-circular/>

12. Anexos

- Plano centro de aprovechamiento de residuos
- Documento cronograma de ejecución de actividades
- Instrumento de recolección de información – Encuesta de percepción
- Documento PDF del proyecto formulado en el aplicativo MGA WEB