

Evaluación de factibilidad de una innovación tecnológica para la innovación social, una propuesta alternativa para la disposición final de residuos sólidos urbanos en el municipio de Dosquebradas, Risaralda, Colombia.

Álvaro Andrés Martínez Montoya

PhD. Angélica María Muskus Morales
Directora de Tesis

Maestría en Innovación Social y Territorio
Universidad Pontificia Bolivariana
2023

EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD DE UNA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA PARA LA
INNOVACIÓN SOCIAL, UNA PROPUESTA ALTERNATIVA PARA LA
DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL MUNICIPIO
DE DOSQUEBRADAS, RISARALDA, COLOMBIA.

Álvaro Andrés Martínez Montoya

Trabajo de grado de la Maestría en Innovación Social y Territorio

PhD. Angélica María Muskus Morales
Directora de Tesis

Maestría en Innovación Social y Territorio
Universidad Pontificia Bolivariana
2023

Declaración de originalidad

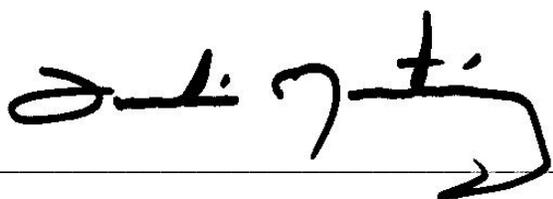
Diciembre 31 de 2022

Alvaro Andrés Martínez Montoya

“Declaro que esta tesis (o trabajo de grado) no ha sido presentada para optar a un título, ya sea en igual forma o con variaciones, en esta o cualquier otra universidad”.

Art. 82 Régimen Discente de Formación Avanzada

Firma



Dedicatoria

“A mi primer amor Tata,

quien además de ser mi prima, es mi pareja y el amor de mi vida (y fue mi gran asesora amorosa de tesis).

A mis hijos David,

quien es mi fuente de actualización y mi guía para ver las cosas de formas diferentes;

y Miguel,

quien es mi mago y quien me ayuda a transformar mi ser.

Su motivación y amor, mueven mi espíritu de trabajar por y para los demás”.

Tabla de contenido

Capítulo 1	15
Problema	15
Planteamiento del problema.....	15
Formulación del problema.....	15
Pregunta problematizadora	17
Objetivos.....	17
Objetivo General.....	17
Objetivos específicos.....	17
Justificación.....	17
Capítulo 2.....	20
Marco Normativo	20
Marco Referencial	23
Estado del Arte	23
Marco Contextual	27
Marco Conceptual	32
Capítulo 3.....	40
Metodología.....	40
Paradigma de investigación	40
Tipo y enfoque de investigación.....	40
Diseño estratégico (estrategias y técnicas)	41
Población y muestra	42
Variables e indicadores/categorías	42
Diseño de instrumentos.....	50
Capítulo 4.....	54
Resultados y análisis	54

Objetivo específico: Realizar un diagnóstico sobre la generación de residuos sólidos para luego caracterizar social, económica y ambientalmente éstos, en el municipio de Dosquebradas	54
Caracterización económica, ambiental y social.....	59
Comparativo precios venta de materiales.....	65
Modelo actual de gestión y disposición	66
Objetivo específico: Comparar la tecnología innovadora propuesta basada en vapor seco con las conocidas actualmente de rellenos sanitarios y Waste to Energy.	69
Objetivo específico: Proponer una alternativa tecnológica auto sostenible, amigable con el planeta y de alto impacto social.	73
Capítulo 5.....	78
Conclusiones y recomendaciones	78
Referencias.....	84

Lista de figuras

Figura 1	28
Figura 2	36
Figura 3	50
Figura 4	51
Figura 5	¡Error! Marcador no definido.
Figura 6	¡Error! Marcador no definido.
Figura 7	¡Error! Marcador no definido.
Figura 8	66
Figura 9	72
Figura 10	74
Figura 11	75
Figura 12	759

Lista de tablas

Tabla 1	21
Tabla 2	22
Tabla 3	44
Tabla 4	47
Tabla 5	48
Tabla 6	62
Tabla 7	65
Tabla 8	65



RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO:	Evaluación de factibilidad de una innovación tecnológica para la innovación social, una propuesta alternativa para la disposición final de residuos sólidos urbanos en el municipio de Dosquebradas, Risaralda, Colombia.
AUTOR(ES):	Alvaro Andrés Martínez Montoya
PROGRAMA:	Maestría en Innovación Social y Territorio
DIRECTOR(A):	Ángela María Muskus Morales

RESUMEN

Uno de los mayores problemas por los cuales no se disponen adecuadamente los residuos sólidos municipales es el desconocimiento de los gobiernos y sus gobernantes sobre las nuevas tecnologías para hacerlo, sumado a la falta de gestión y articulación con diferentes actores para desarrollar proyectos de envergadura en los diferentes territorios. Precisamente este fue uno de los motivantes mayores para realizar esta tesis de maestría en la cual se analizan las diferentes políticas públicas del orden municipal, departamental y nacional, contrastándolas y evidenciando la desarticulación con el gran propósito de generar bienestar, cambios sociales (impacto y transformación en las personas), económicos (generación de nuevas alternativas) y ambientales (sostenibilidad del planeta). Luego, se muestra una innovación tecnológica amigable con el ambiente basado en esterilización de residuos, comparándola con tecnologías existentes (rellenos sanitarios y Waste to Energy) proponiendo alternativas de disposición diferentes para no seguir contaminando la tierra y para no seguir generando gases efecto invernadero. Los resultados encontrados pueden ser obvios, pero ambiguos e incoherentes, debido a que las políticas públicas favorecen la tecnología de relleno sanitario por el simple hecho de ser más económico sin favorecer el aprovechamiento de diferentes materiales y con el pensamiento de seguir educando a los ciudadanos en separar en la fuente con inversiones mínimas. Adicionalmente los indicadores propuestos por cada administración son cortos y poco ambiciosos, debido a que no se

tiene claro qué hacer con los residuos que se recuperan, más allá de hacer compostaje con los residuos orgánicos o transformarlos en energía como lo propone la tecnología de Waste to Energy, eliminándolos. Por ello, la propuesta de esta tesis es mirar una alternativa amigable con el ambiente, que esteriliza los residuos en grandes cantidades y los devuelve casi en un 95% a la economía, generando valor para todo el ecosistema en torno a los residuos sólidos.

**PALABRAS
CLAVE:**

disposición final - residuos sólidos - innovación social

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO





GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: Feasibility evaluation of a technological innovation for social innovation, an alternative for the final disposal of solid urban waste in the municipality of Dosquebradas, Risaralda, Colombia.

AUTHOR(S): Alvaro Andrés Martínez Montoya

FACULTY: Maestría en Innovación Social y Territorio

DIRECTOR: Ángela María Muskus Morales

ABSTRACT

One of the biggest problems for which municipal solid waste is not adequately disposed of is the ignorance of governments and their rulers about the new technologies to do so, added to the lack of management and articulation with different actors to develop large-scale projects in the different territories. This was precisely one of the main motivators to carry out this master's thesis in which the different public policies of the municipal, departmental and national order were analyzed, contrasting them and evidencing the disarticulation with the great purpose of generating well-being, of generating social changes (impact and transformation in people), economic (generation of new alternatives) and environmental (sustainability of the planet). Then, show an environmentally friendly technological innovation based on waste sterilization, comparing it with existing technologies (sanitary landfills and Waste to Energy) proposing different disposal alternatives so as not to continue polluting the earth and to not continue emitting greenhouse gases. The results found may be obvious, but ambiguous and inconsistent, because public policies favor sanitary landfill technology for the simple fact of being cheaper without favoring the use of different materials and with the idea of continuing to educate citizens in Separate at source with minimal investment. Additionally, the indicators proposed by each administration are short and not very ambitious, because it is not clear what to do with the waste that is recovered, beyond composting organic waste

or transforming it into energy as proposed by the Waste to Energy technology. Energy, eliminating them. Therefore, the proposal of this thesis is to look at an environmentally friendly alternative, which sterilizes waste in large quantities and returns almost 95% of it to the economy, discovering value for the entire ecosystem around solid waste.

KEYWORDS: Final disposition - Solid waste - Social innovation

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

A handwritten signature in black ink, reading "Angélica Pissoux". The signature is written in a cursive style with a large initial 'A'.

Introducción

El manejo de residuos sólidos y la economía circular forman parte de una estrategia integral de desarrollo sostenible, la cual viene impactando distintos sectores de la economía y políticas públicas municipales pero que aún requieren de otras miradas más críticas con base en un análisis holístico de varios aspectos que transversalmente hacen parte de este tema. Desde los años 70's la gestión de residuos sólidos ha desarrollado procesos que pasan de una economía lineal (producción, uso y descarte) a una de aprovechamiento o economía circular, pero que no alcanza en Colombia los porcentajes que se requieren para las exigencias de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo (OCDE) puesto que en "la economía colombiana se consume casi 2 veces más materia prima que en países" que pertenecen a la misma organización (Colombia Productiva, 2015).

Este problema, el cual se viene manejando desde gobiernos anteriores ha favorecido la implementación de tecnologías como la de los rellenos sanitarios en donde se entierra la basura y solamente se recupera entre un 5% y 8% del material que es devuelto a la economía circular y por otro lado, la tecnología propuesta por ser la única más conocida por la comunidad internacional que se basa en quemar los residuos sólidos para generar energía (Waste to Energy), que no es tan amigable con el planeta y es excesivamente costosa.

Durante este caso de estudio se pretende evaluar la factibilidad social, económica y ambiental de una innovación tecnológica amigable con el ambiente, basado en la tecnología de vapor seco comparándola con tecnologías existentes (rellenos sanitarios y WtE) , para proponer una alternativa que recupere los residuos sólidos urbanos en el municipio de Dosquebradas, Risaralda y que permita tener una prueba piloto para Colombia, mostrando sus ventajas frente a las tecnologías ya conocidas y descritas.

Este estudio comenzará por presentar la construcción conceptual del manejo de residuos sólidos y la economía circular en Colombia, sus políticas públicas que favorecen seguir contaminando la tierra y una comparación de las tecnologías existentes como las

de relleno sanitario, waste to energy y la solución propuesta, demostrando que es más amigable con el ambiente, más coherente con los Objetivos de Desarrollo Sostenibles y más largo placista en durabilidad.

Capítulo 1

Problema

Planteamiento del problema

Entendiendo la definición de residuos sólidos como “cualquier objeto, material, sustancia o elemento principalmente sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios” (Municipio de Dosquebradas, 2015, p.23) y analizando el modo de producción del sistema socioeconómico mundial, se puede decir que, el crecimiento de los territorios y la prosperidad se correlacionan con el aumento en el daño ambiental y con el consumo de recursos de materias primas finitas.

Tomando algunas pinceladas de tales daños ambientales, se pueden exponer algunos de ellos relacionados con el tratamiento actual de los residuos sólidos, de la siguiente efímera lista:

- Contaminación relacionada con el transporte y tratamiento de los residuos que son dispuestos en rellenos sanitarios, formación de gas metano de efecto invernadero y lixiviados resultantes de la descomposición de desechos orgánicos;
- Escasez de materias primas por disposición final en rellenos y/o incineración;
- Búsqueda de diferentes terrenos para disposición en nuevos territorios;
- Inadecuada disposición por falta de soluciones cercanas a los territorios o por falta de conocimiento de otras tecnologías

Estos daños ambientales deben poner en perspectiva de armonización a la ecología, la economía, la innovación social y la sociedad a través de soluciones que sean amigables con el planeta y que beneficien a los habitantes de nuestra tierra o como lo dice la encíclica del Papa Francisco I, “*laudato si*” sobre el cuidado de la casa común.

Formulación del problema.

Los retos planteados en los Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS), (Naciones Unidas, 2015) proponen cambiar el modelo económico lineal por el modelo de economía circular reintroduciendo los residuos sólidos como materias primas para su reutilización en un mundo con recursos limitados. Tal y como lo menciona Castro, “en un futuro

previsible, los recursos fósiles utilizados anteriormente como fuentes de energía y materia prima se agotarán”; (2021) así también como se agotarán los terrenos para seguir “enterrando” los residuos sólidos.

Particularmente para Colombia, “la generación, manejo y disposición de los residuos sólidos ha atravesado por diversas coyunturas históricas, debido a las prácticas de consumo y de disposición final inadecuadas; este es uno de los factores que integra la preocupación por la problemática ambiental global” (Sáenz & Vélez, 2016), adicionalmente la política pública favorece el desarrollo de tecnologías como la del relleno sanitario como la opción más adecuada para disponer de los residuos sólidos urbanos. Esta política nacional para la gestión de residuos sólidos, contenida en un documento del Consejo Nacional de Política y Economía Social (CONPES) dice que en Colombia se “ha presentado importantes avances en el control de la contaminación causada por los residuos sólidos y en la sostenibilidad del servicio público de aseo en gran parte del país” (DNP, 2016), pero no se ha tenido en cuenta que los territorios y sus empresas de aseo deben salir a contratar con el monopolio que existe en el país de los rellenos sanitarios.

En el territorio de Dosquebradas, la disposición final de residuos se realiza en el relleno sanitario “La Glorita” el cual está ubicado en el municipio vecino de Pereira (área rural de Combia) y es operado por una entidad de servicios públicos de carácter privado que a su vez capta residuos sólidos de otros municipios de la región; esta característica particular de ser privado limita la aplicación de nuevas tecnologías que pudiesen aprovechar hasta en un 95% los materiales que se depositan en rellenos sanitarios.

La generación de residuos sólidos promedio mensual en el municipio, es de aproximadamente 4.200 toneladas de las cuales solamente se recuperan el 3,1% a través de asociaciones y cooperativas de recicladores que con su labor contribuyen al desarrollo de la economía circular. Las empresas de recolección se dividen en tres privadas y una pública que recogen y disponen en el relleno sanitario La Glorita, que pertenece a una de estas empresas privadas, haciendo que a través del modelo económico se siga enterrando la basura y no se busquen opciones para devolverlas a la economía circular.

Pregunta problematizadora

¿Es factible desde lo social, económico y ambiental implementar una innovación tecnológica amigable con el ambiente, basado en la tecnología de vapor seco y compararla con las tecnologías existentes para recuperar los residuos sólidos urbanos en el municipio de Dosquebradas?, y basados en los principios de economía circular para el aprovechamiento de tales residuos sólidos ¿cuál es la caracterización social, económica y ambiental de los residuos urbanos en el territorio de Dosquebradas? y ¿cómo se compara la tecnología innovadora propuesta basada en vapor seco con las conocidas actualmente de rellenos sanitarios y Waste to Energy?, ¿es posible proponer una alternativa tecnológica auto sostenible, amigable con el planeta y de alto impacto social?

Objetivos

Objetivo General

Evaluar la factibilidad social, económica y ambiental de una innovación tecnológica amigable con el ambiente basado en vapor seco comparándola con tecnologías existentes (rellenos sanitarios y WTE) , para proponer alternativas que recuperen los residuos sólidos urbanos en el Municipio de Dosquebradas.

Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico sobre la generación de residuos sólidos para luego caracterizar social, económica y ambientalmente éstos en el municipio de Dosquebradas.
- Comparar la tecnología innovadora propuesta basada en vapor seco con las conocidas actualmente de rellenos sanitarios y Waste to Energy.
- Proponer una alternativa tecnológica auto sostenible, amigable con el planeta y de alto impacto social.

Justificación

El Papa Francisco I reseña en su encíclica Laudato Si algunas dificultades grandes a los que como humanidad estamos sometidos, entre ellos la contaminación, la basura y la cultura del descarte, y como lo dice textualmente “la tierra, nuestra casa,

parece convertirse cada vez más en un inmenso depósito de porquería” (Papa Francisco, 2015, n.21), citado por Zapata Muriel en 2016.

Si el desarrollo y crecimiento del territorio de estudio (Municipio de Dosquebradas) está soportado en un “modelo económico de producción y consumo lineal, donde los bienes producidos a partir de materias primas son vendidos, utilizados y finalmente desechados como residuos” (Ellen MacArthur Foundation, 2013) y entendiendo que este municipio en su proyección industrial depende de las cadenas productivas como fundamento del tejido empresarial:

- Metalmecánico (autopartes y partes de aeronaves), “molinos manuales, máquinas de afeitar no eléctricas, machetes, ollas a presión, alambre de púas, tambores de lámina de hierro y acero, cerraduras para puertas, alambre, clavos y puntillas, tornillos, ventanas de aluminio, tapas corona, envases de hojalata, muebles metálicos para oficina, partes y accesorios para maquinaria industrial, partes y accesorios para maquinaria y equipo de refinar petróleo, y partes y accesorios para ascensores” (Sáenz et al, 2016);
- Agroindustria como cadena productiva principal;
- Cadena de textiles y confecciones;

Es pertinente precisar que este modelo económico lineal presenta dificultades asociadas a la escasez de las materias primas que se utilizan en la producción, a la composición de residuos generados en el territorio que presentan una alta prevalencia de materiales orgánicos, que al ser dispuestos en rellenos sanitarios se convierten en una importante fuente de gases de efecto invernadero y los demás residuos que provienen de las industrias caracterizadas anteriormente, también son enterrados o depositados en rellenos sanitarios, perdiendo una importante fuente de generación de ingresos y por último, a la creciente demanda de suelos necesarios para ubicar sitios de disposición final que en el largo plazo son inviables porque también tienen un uso finito y los territorios donde se ubican, se quejan de los olores y problemas de salubridad que conllevan.

Finalmente, y teniendo en cuenta las crecientes proyecciones de generación de residuos, asociadas al aumento demográfico y al crecimiento económico del país, el

sector de residuos sólidos tiene un papel significativo en la implementación de otras alternativas tecnológicas que recuperen los materiales en objetos de valor para reinsertarlos en la economía circular, solucionando e impactando positivamente las nefastas condiciones descritas anteriormente.

Basado en uno de los objetivos de la innovación social el cual es “contribuir a la solución de problemas, generar nuevos procesos y productos”; se puede decir que la tecnología juega un papel preponderante en el desarrollo de los territorios al favorecer el cambio climático y la reducción de la contaminación. Adicionalmente se debe hacer hincapié en las políticas públicas, las cuales han venido adaptándose a las modas internacionales y no van en beneficio de los territorios y sus ciudadanos resultando incoherentes en su discurso, a saber: por un lado, existe una política pública (CONPES 3874) que en su estrategia plantea i) la prevención en la generación de residuos; (ii) la minimización de aquellos que van a sitios de disposición final; (iii) la promoción de la reutilización, aprovechamiento y tratamiento de residuos sólidos; y (iv) evitar la generación de gases de efecto invernadero; pero por otro lado, favorece la implementación de rellenos sanitarios como única alternativa tecnológica conocida para la gestión integral de residuos sólidos generando incentivos para las empresas prestadoras de este servicio (de carácter privado) al sacar unas tarifas de Toneladas depositadas, tal y como lo dice el documento textualmente “el relleno sanitario, junto con el compostaje, es la técnica que tiene un menor costo por tonelada, por debajo de otras como el aprovechamiento (reciclaje) y el tratamiento mecánico o con fines de generación de energía” (DNP, 2016, p. 29).

Estas singularidades territoriales industriales y de territorio, han hecho que Dosquebradas sea reconocido como un “territorio verde”, más recientemente, y asociado a la identidad y prácticas productivas relacionadas con la producción de Café, también se ha denominado “Paisaje Cultural Cafetero”, declarado por la UNESCO como patrimonio de la humanidad.

Capítulo 2

Marco Normativo

Dentro del territorio nacional existen muchas normas, leyes y decretos que hacen ver como extra normativizadas las políticas, lo que permite tener varias interpretaciones de las mismas e inclusive identificar algunas incoherencias entre ellas. Pero para tener un contexto general, se trae a este trabajo lo analizado en la última política pública sobre disposición final de residuos sólidos:

El Departamento Nacional de Planeación (DNP) expidió, en el año 2008, el Documento CONPES 3530 Lineamientos y Estrategias para Fortalecer el Servicio Público de Aseo en el Marco de la Gestión Integral de Residuos Sólidos. A través de los lineamientos allí establecidos se quiso generar un adecuado desarrollo y cumplimiento de la normatividad del servicio público de aseo, ajustar las condiciones técnicas para la ejecución de los proyectos en el marco de la gestión integral de los residuos sólidos, mejorar el desarrollo empresarial en la prestación de los componentes del servicio público de aseo, propender por el desarrollo de esquemas financieros eficientes y promover el establecimiento de esquemas organizados de aprovechamiento. Una revisión ex post de la efectividad de los instrumentos de política para el desarrollo de infraestructura en el sector residuos (DNP y BM, 2015) afirma que el impacto sectorial de esta política ha sido marginal. Por ejemplo, aunque se pretendía un mayor desarrollo empresarial en los municipios menores, este grupo continúa rezagado en la prestación del servicio público de aseo. Por otra parte, la evaluación afirma que, si bien existen experiencias en aprovechamiento, estas actividades continúan siendo desarrolladas de manera informal y a la fecha no se conocen cifras oficiales respecto a los avances logrados en el objetivo de organización en asociaciones de recicladores. No obstante, lo anterior, la formulación de esta política, paralelo al monitoreo y control para asegurar el cumplimiento de lo determinado en la Ley de Servicios Públicos Domiciliarios (Ley 142 de 1994) y a la reglamentación subsecuente, ha sido importante en el desarrollo del servicio público de aseo. Como parte del desarrollo reglamentario de este servicio, se cuenta con los decretos 838 de 2005, 2981 de 20138 y 596 de 20169, hoy todos compilados en

el Título 2 del Decreto 1077 de 2015 El Decreto 838 de 2005 hace énfasis en las condiciones técnicas de diseño, ubicación y operación de rellenos sanitarios. Igualmente, reglamenta el procedimiento a seguir por parte de las entidades territoriales para definir las áreas susceptibles para la ubicación de rellenos sanitarios. Por su parte, el Decreto 2981 de 2013 reglamenta las actividades principales y complementarias del servicio público de aseo y, entre otros aspectos, señala la obligatoriedad para los usuarios de realizar la separación en la fuente y para los municipios de elaborar y mantener actualizado un Plan para la Gestión Integral de Residuos Sólidos en el ámbito local o regional según el caso, de conformidad con la metodología definida por la Resolución 0754 de 2014. Finalmente, el Decreto 596 de 2016 reglamenta el esquema de operación de la actividad de aprovechamiento en el marco del servicio público de aseo y el régimen transitorio para la formalización de los recicladores de oficio.

Con el objetivo de tener una visión general de tales normativas se anexan las siguientes Tablas 1 y 2 para visualizar las normas locales y nacionales del territorio:

Tabla 1

Marco normativo local

Norma	Descripción
Acuerdo N° 002 de abril 22 -2021	3. Manejo y reutilización de residuos: se deberá propiciar la selección, separación y recuperación de los residuos sólidos en la ciudad de Dosquebradas, de tal manera que se puedan reutilizar la mayor cantidad de elementos posibles
PGIRS Dosquebradas 2017-2027 Disposición Final	Buscar alternativas de disposición final de los residuos sólidos como contingencia al terminarse la vida útil del relleno. Disminuir la fracción de los residuos sólidos dispuestos en el relleno

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2*Marco normativo nacional*

Norma	Descripción
Ley 23 de 1973	Código de Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente y se dictan otras disposiciones
Ley 99 de 1993	Por la cual se crea el Ministerio de Ambiente y se establece el Sistema Nacional Ambiental SINA
Ley 142 de 1994	Ley de los Servicios Públicos domiciliarios
Decreto 565 de 1996	Reglamenta la Ley 142 de 1994 en relación con los Fondos de Solidaridad y Redistribución de Ingresos del orden departamental, municipal y distrital para los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo
Decreto 2676 de 2000	Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares.
Decreto 1713 de 2002	Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos
Resolución 1390 de 2005	Como periodo de transición para la eliminación gradual de los sitios inadecuados y no autorizados (carencia de permiso ambiental)
Resolución 1207 de 2014	Fomento a la reutilización del agua

Decreto 1077 de 2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio
Resolución CRA 720 de 2015	La cual se incluyen aspectos de operación eficiente de las diferentes actividades del servicio público de aseo y se contemplan aspectos ambientalmente razonables
Decreto 596 de 2016	El cual trata el incrementar las tasas de aprovechamiento de los residuos sólidos en el país.
CONPES 3874 de 2016	Política Nacional para la Gestión integral de Residuos Sólidos
Resolución 330 de 2017	Por el cual se adopta el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico.
Resolución 472 de 2017	Por la cual se reglamenta la Gestión Integral de los Residuos Generados en las actividades de Construcción y Demolición – RCD.
Resolución 1407 de 2018	Responsabilidad Extendida del Productor para envases y empaques

Fuente: Castro, 2021, p.53

Marco Referencial

Estado del Arte

El Banco Interamericano de Desarrollo en su libro What a Waste 2.0, afirma que “a medida que la tecnología cambia la forma en que las personas viven, se comunican y realizan transacciones, también afecta la forma en que se gestionan los desechos en todo el mundo” (BID, 2018 p.121).

De manera similar López expone en su Guía técnica de la gestión de residuos municipales, algunos aspectos sociales, económicos y culturales que influyen y aceleran la continua y creciente generación de residuos, tales como “el acelerado estilo de vida, la incorporación de la mujer al mercado laboral, el incremento de hogares con uno o dos miembros”.

Por otro lado, el mismo autor, sostiene que muchas personas están siendo afectadas por los residuos sólidos, pero en contraste también existe “un número cada vez más elevado de personas que ve en los residuos sólidos recursos, tecnología, y oportunidades”.

En el mismo texto, se evidencia que, gracias a las mejoras de innovación tecnológica, que permiten mayor conocimiento del sector, los residuos sólidos se están considerando fuente de recursos para la industria y fuente de transformación social en las personas que colaboran con recuperar el material de valor.

Específicamente para Colombia existen varias políticas públicas diseñadas por el Consejo Nacional de Política Económica y Social, en diferentes áreas de impacto (económico, social, ambiental, entre otras). Integrando las políticas sociales y ambientales, para el presente documento se referencia la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos, la cual busca

“...aportar a la transición de un modelo lineal hacia una economía circular donde, haciendo uso de la jerarquía en la gestión de los residuos, se prevenga la generación de residuos y se optimice el uso de los recursos para que los productos permanezcan el mayor tiempo posible en el ciclo económico y se aproveche al máximo su materia prima y potencial energético”. (CONPES 3874, 2016)

Por otro lado, la política de Crecimiento Verde, en donde se dice que “aunque el país cuenta con un robusto marco político y normativo para enfrentar los retos asociados a un desarrollo sostenible, no ha logrado integrar de manera eficiente” (CONPES 3934, 2018) tales esfuerzos para asegurar la sostenibilidad del capital natural y la inclusión social, de manera compatible con el impacto climático y ambiental.

Haciendo zoom en el territorio objeto de estudio, se cuenta con los planes de desarrollo departamental para Risaralda y municipal de Dosquebradas, en donde la apuesta por la innovación tecnológica es evidente para la transformación social, tal como lo dice el siguiente apartado:

“continuaremos el camino de la innovación, la ciencia, la tecnología y las comunicaciones aplicadas, para mejorar nuestra competitividad, que debe generarnos como resultado, más inversión, más empleos, mejores ingresos para las familias, nuevos mercados e iniciativas productivas que estén en consonancia con las nuevas tendencias que impone la cuarta revolución industrial” (Plan de Desarrollo Departamental, 2020).

Para el plan municipal de la ciudad objeto de estudio, el cual se llama Dosquebradas: Empresa de todos es un modelo de ciudad que apunta a la gestión del desarrollo humano, la competitividad del territorio y la protección ambiental, direccionado mediante un sistema de gerencia pública abierta y con resultados.

Dentro del documento informe de la Cumbre Mundial de Johannesburgo (2002), se habla sobre tecnologías aplicadas para disminuir el impacto de los residuos sólidos, al

“establecer sistemas de gestión de desechos que asignen la más alta prioridad a prevenir o reducir al mínimo la generación de desechos y a reutilizarlos y reciclarlos, así como instalaciones para la eliminación ecológicamente racional de los desechos; idear tecnologías para aprovechar la energía de los desechos; promover iniciativas para el reciclado de desechos en pequeña escala que faciliten la gestión de los desechos urbanos y rurales y ofrezcan oportunidades de generar ingresos, y obtener apoyo internacional para los países en desarrollo a este respecto”

Sin embargo, así se implementen innovaciones tecnológicas o sociales en los residuos sólidos, la investigación de Joseph Zacune escrita por Rachel Tansey para Amigos de la tierra, donde afirman que:

“reducir la cantidad de residuos y mejorar su gestión es necesario, pero la reducción del sobre consumo de los recursos naturales, implica una estrategia más amplia. Los residuos son uno de los productos generados por nuestro sistema socio económico. Aunque alcancemos porcentajes de reciclaje del 100%, el crecimiento ilimitado del consumo va a hacer necesario que se continúe con extracción de nuevas materias vírgenes”.

Así en Europa, se haya implementado desde 2014 el concepto de economía circular, “no le dan el suficiente valor a los recursos naturales que consumen. Más del 50% de los residuos municipales siguen eliminándose en vertederos o incineradoras, lo que traducido a euros supone más de 5.000 millones tirados a la basura cada año”.

A manera de cierre para este estado del arte, tal como lo dice el documento del BID What a Waste 2.0 “Si no se toman medidas, el mundo se encaminará peligrosamente al aumento de los desechos y una contaminación extraordinaria. Se pagaría un precio aún más alto que el actual en términos de vidas, medios de subsistencia y el medio ambiente” (BID, 2018).

Marco Contextual

Como lo dice el Banco Mundial en 2018, “La gestión de los desechos sólidos es un problema universal que atañe a todo habitante del planeta. Y con más del 90% de los desechos que se vierten o queman a cielo abierto (i) en los países de ingreso bajo, son los pobres y los más vulnerables quienes se ven más afectados”. Y más adelante plantea Sameh Wahba, director de Desarrollo Urbano y Territorial, Gestión de Riesgos de Desastres, y Resiliencia del Banco Mundial que:

“La gestión inadecuada de los desechos está produciendo la contaminación de los océanos del mundo, obstruyendo los drenajes y causando inundaciones, transmitiendo enfermedades, aumentando las afecciones respiratorias por causa de la quema, perjudicando a los animales que consumen desperdicios, y afectando el desarrollo económico, por ejemplo, al perjudicar el turismo” (Banco Mundial, 2018).

En el informe de 2018, se afirma que la rápida urbanización, el crecimiento de la población y el desarrollo económico harán que los desechos a nivel mundial aumenten un 70% en los próximos 30 años y llegue a 3.400 millones de toneladas de desechos generados anualmente. Pero para hacer conscientes esta cifra de desechos generados, se puede ejemplificar en la siguiente gráfica:

Figura 1*Proporción mundial de desechos*

Fuente: Elaboración propia

Sumado a todo lo anterior, los países de ingreso mediano alto y los de ingreso alto proveen servicios casi universales de recolección de residuos, y más de la tercera parte de los desechos de los países de ingreso alto se recuperan a través del reciclado y el compostaje. En los países de ingreso bajo se recoge alrededor del 48 % de los desechos en las ciudades, pero sólo el 26 %, en las zonas rurales, y se recicla tan sólo el 4 % a nivel nacional. En general, el 13,5 % de los desechos a nivel mundial se recicla y el 5,5 % se composta (Banco Mundial, 2018).

Hoornweg y Bhada (2012), aseguran que los niveles actuales de generación de residuos sólidos urbanos en el mundo son de aproximadamente 1,3 billones de toneladas por año, y se espera que este volumen aumente a 2,2 billones de toneladas para el año 2025 (Segura et al, 2020). Planteando un llamado de alerta para la población mundial para disminuir el impacto ambiental que estas cifras generan.

Alemania, Suiza, Bélgica, Japón, Países Bajos, Suecia, Dinamarca y Noruega son los países que por sus tasas de reciclaje, aprovechamiento y disposición final son

los líderes en la gestión de los residuos sólidos desde el orden político, legal, técnico y cultural. Para lograr estos niveles han pasado por varias tecnologías que se mencionan a continuación:

- Incineración con valor energético

Es un tipo de disposición térmica que funciona con un exceso de oxígeno, donde los productos finales incluyen gases con alto contenido energético.

- Compostaje

Es un proceso biológico mediante el cual se transforma la materia orgánica en un producto denominado compost, adecuado para la agricultura.

- Pirólisis y gasificación

Es un tipo de disposición térmica. La pirólisis se define como la degradación térmica de una sustancia en ausencia de oxígeno o con una cantidad limitada del mismo, donde la basura se transforma en gases, líquidos y cenizas. Es una técnica relativamente nueva.

- Relleno sanitario

Consiste en enterrar los residuos sólidos para dejar que estos se descompongan allí de manera natural, mientras que los lixiviados son conducidos a una piscina y son tratados.

- Digestión anaeróbica

Es un proceso biológico natural para tratar los residuos orgánicos a través de bacterias.

En Colombia la disposición final de residuos sólidos,

“es la actividad del servicio público de aseo, alternativa o complementaria a la disposición final, en la cual se propende por la obtención de beneficios ambientales, sanitarios o económicos, al procesar los residuos sólidos a través de operaciones y procesos mediante los cuales se modifican las características físicas, biológicas o químicas para potencializar su uso. Incluye las técnicas de

tratamiento mecánico, biológico y térmico. Dentro de los beneficios se consideran la separación de los residuos sólidos en sus componentes individuales para que puedan utilizarse o tratarse posteriormente, la reducción de la cantidad de residuos sólidos a disponer y/o la recuperación de materiales o recursos valorizados. Disposición final de residuos sólidos. Es la actividad del servicio público de aseo, consistente en la disposición de residuos sólidos mediante la técnica de relleno sanitario. (Artículo 2, numeral 88, Decreto 1784 de 2017) (Viceministerio de Aguas y Saneamiento Básico, 2020).

Y particularmente muestra muy bajas tasas de aprovechamiento y valorización de residuos en comparación con otros países. Mientras en el país apenas se aprovecha el 17%, en España es el 37%, en Holanda el 99% y en 27 países de la Unión Europea 67% en promedio.

Según el Departamento Nacional de Planeación, la tecnología actual utilizada para disposición final son los rellenos sanitarios y ellos dicen categóricamente que:

“La vida útil de los rellenos sanitarios de 321 municipios del país se terminará en cinco años, lo que causará un gran impacto ambiental ante la falta de estrategias de los entes territoriales para buscar una solución de largo plazo a la disposición final de residuos sólidos. Entre las ciudades, cuyos sitios de disposición final se les agotará su capacidad para recibir residuos están Bucaramanga, Armenia, Manizales y Neiva”. (Departamento Nacional de Planeación, 2016)

Actualmente, el relleno sanitario de Bucaramanga El Carrasco se encuentra clausurado desde agosto de 2021 generando diferentes problemáticas sociales y de salubridad en el territorio afectando también territorios aledaños porque se debe buscar alternativas como Medellín o Valledupar para depositar los rellenos, lo que encarece la disposición final y acorta la vida útil de los mismos.

Para el territorio de estudio, “el municipio de Dosquebradas cuenta con un esquema de prestación de servicio de aseo municipal para las actividades de recolección de residuos sólidos, barrido de calles, limpieza urbana, corte de césped, poda de árboles

y lavado de áreas públicas; enmarcado en las leyes aplicables. Y un esquema regional para la prestación del servicio de disposición final en el relleno sanitario La Glorita” (Municipio de Dosquebradas, 2015 p.59).

Según información suministrada por los prestadores del servicio público de aseo el promedio de producción de residuos sólidos en el municipio de Dosquebradas es de 3.379 toneladas al mes, de las cuales el promedio por habitante es de 513 gramos de basura. Y el total aprovechable son 815 toneladas al mes.

Marco Conceptual

Como lo dice Garcia-Flores, 2019 “a pesar de la profusión de los estudios acerca de qué es la **innovación social**, actualmente, hay una evidente falta de consenso en la literatura acerca de su significado”; por ende, la innovación social dentro de los territorios, supone varios aspectos a tener en cuenta, basados en las definiciones de los principales autores empezando por Mulgan, Tucker, Ali & Sanders, 2008 quienes definen la innovación social como “actividades y servicios que son motivados por una meta para satisfacer necesidades sociales y que son principalmente desarrolladas y socializadas a través de organizaciones cuyo propósito principal es social”; seguido de Phills, Deiglmeier y Miller (2008) quienes hacen una contribución importante al señalar que la innovación social disuelve fronteras y promueve un diálogo entre los sectores público, privado y no lucrativo; en donde también caben la definición de Murray, Caulier-Grice y Mulgan (2010), señalan que la innovación social se define como “nuevas ideas (productos, servicios y modelos) que simultáneamente satisfacen necesidades sociales y crean nuevas relaciones de colaboración. Es decir, que las innovaciones sociales son buenas para la sociedad y aumentan la capacidad de actuar de la sociedad”.

Por otra parte, para Álvarez-González, García-Rodríguez, Sanzo- Pérez, y Rey-García, 2017, p. 27, mencionan que para que cualquier “objeto de innovación” pueda ser considerado como una Innovación Social debe compartir las siguientes dimensiones clave:

- (1) estar orientada al bien común, teniendo como objetivo satisfacer o solucionar problemas sociales;
- (2) ser un proceso participativo/colaborativo en el que intervengan los diferentes stakeholders o partes interesadas;
- (3) implicar una mejora respecto a las soluciones previas (mayor eficacia, e ciencia y/o sostenibilidad), y
- (4) suponer una transformación efectiva en los comportamientos y practicas sociales a niveles micro, meso y macro.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, de ahora en adelante) elaboró en 1992 el Manual de Oslo, donde se recogían como actividades de innovación las denominadas innovaciones tecnológicas y de procesos. En la segunda versión de tal Manual, en 1995, se incluyó la innovación en el sector servicios, y en la

tercera edición de 2005 se realizó una re definición de conceptos considerando la innovación en mercadotecnia y la innovación organizativa (Echeverría, 2008 citado por García-Flóres, 2019, p.251). Esta última versión sigue sin abordar la innovación de forma integral, haciéndolo desde un punto de vista muy corporativo y empresarial, a pesar de que, en el propio documento la OCDE (2005: 23) reconoce que “la innovación es también importante para el sector público, aunque se sabe menos sobre estos procesos en los sectores no orientados al mercado”.

Otro concepto para relacionar en esta tesis, tiene que ver con la **innovación tecnológica** la cual empezó a darse “desde finales del siglo XVI grandes pensadores, filósofos y economistas ya habían considerado el tema del cambio tecnológico en los aspectos sociales y económicos” (Flores Ccanto & Ramos Vera, 2019).

El filósofo y economista Adam Smith, durante los últimos años del siglo XVII, reconoce que la invención de la maquinaria dentro de la división del trabajo ha permitido la mayor destreza del operario, el ahorro del tiempo que se emplea en ejecutar una actividad de otra de distinta especie y la introducción de máquinas especializadas, lo que permite la realización de lo que hoy se conoce como mejora tecnológica (Smith, 1996). Otro aporte de interés se genera con lo establecido por Malthus (1973) en donde la invención de las máquinas permite el ahorro del trabajo y a su vez facilita la caída de los precios y una extensión de la demanda en la mercancía. Adicionalmente se le suma las ideas impuestas por Ricardo (1973) quien estableció que las mejoras en los medios de producción aumentan la producción neta, trayendo como consecuencia un mejor estándar de vida para todas las clases.

Sin embargo, el padre de la innovación tecnológica se le acuña entre varios autores a Schumpeter (1934), quien hizo un gran énfasis en el hecho de que para obtener mayor ganancia era necesario, sin duda, innovar, enfatizando, que la innovación era el motor esencial para la competitividad y la dinámica económica. Como principal referente para innovación, destaca Rogers (1962), proponiendo una definición de innovación más restrictiva, pudiendo ser combinado con un adjetivo tal como tecnológica u organizacional y enfocado en la innovación tecnológica, estableciendo el concepto de la difusión de innovación como el proceso mediante el cual se logra la difusión de una idea que va

desde su fuente de invención o inicio hasta sus últimos usuarios o adoptantes (Flores Ccanto et al, 2019).

Luego Freeman en 1982, en su publicación intitulada: “La economía de la innovación industrial”, consideró que la innovación debe entenderse en un sentido más amplio como un proceso interactivo donde, además de adquirir conocimientos acerca del diseño, el desarrollo, la producción y la comercialización, también se obtiene un enriquecimiento de sus relaciones con fuentes externas (proveedores, consumidores, instituciones, tales como, universidades, centros de investigación o incluso hasta empresas de la competencia). (Flores Ccanto et al, 2019).

Posteriormente Rothwell en 1986, dice que “la innovación es un proceso que además de tomar en cuenta el desarrollo y la investigación, así como, reconocer las necesidades del mercado, estas vertientes deben conducir a una retroalimentación del bien o servicio ofrecido ya que el nuevo diseño representa un balance temporal entre las características del producto y el requerimiento del usuario”; luego Peter Drucker en 1985 introduce el concepto de gestión tecnológica, caracterizando a un empresario innovador como quien contribuye a hacer productivas las ideas hasta convertirlas en innovaciones.

Aunado a estos investigadores, economistas, sociólogos, entre otros, que vieron la necesidad de ahondar en el desarrollo de las organizaciones, se le suma lo expuesto por Michael Porter en 1990 cuando señala sobre el rol del cambio tecnológico en la alteración de la estructura de la industria para toda empresa que considere la innovación, al respecto, refiere que la innovación aumenta la ventaja competitiva de las compañías. Las empresas deben reconocer el rol dual del cambio tecnológico en la formación de una ventaja competitiva y la estructura industrial cuando selecciona la estrategia tecnológica adecuada juntamente con la inversión tecnológica.

Por su parte, Ercorsa y Pasola 1997, afirman que la innovación puede abarcar aspectos tanto económicos como tecnológicos, basando su corriente de pensamiento en los escritos de Schumpeter, y tomando como premisa que la innovación está comprendida desde la introducción al mercado de un nuevo producto hasta la conquista de una nueva fuente de materias primas.

Ya en este nuevo siglo, Hamel (2000) y Betz (2010), acuerdan que el proceso de innovación es complejo e involucra desde su generación un compromiso de la empresa con la sociedad. El desarrollo de nuevas ideas y la participación de la demanda en el análisis económico de la inversión de tecnologías novedosas hace que cada día exista un motivo más para el avance en materia de competencia tecnológica en las organizaciones de manera global.

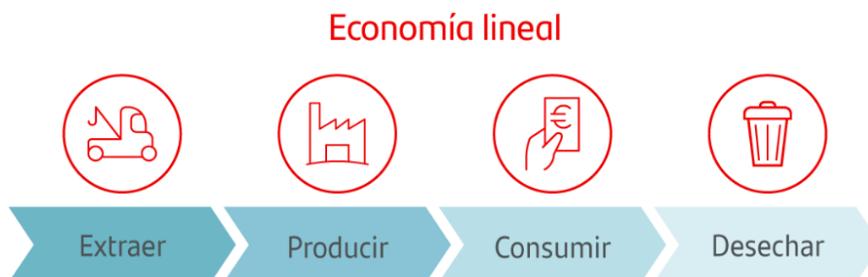
Para dar mejor contexto teórico, es indispensable aclarar otras teorías importantes para el entendimiento de este trabajo de investigación:

Economía Lineal: según el documento de política pública en Colombia CONPES 3874, son los bienes producidos a partir de materias primas son vendidos al consumidor final, quien los descarta cuando ya no funcionan o ya no sirven para el propósito por el cual fueron adquiridos; “La Economía estudia cómo las sociedades administran los recursos escasos para producir bienes y servicios, y distribuirlos entre los distintos individuos” (Mochón Morcillo y Beker, 2008). A partir de esto surge el modelo económico denominado “Economía Lineal” el mismo consiste resumidamente en: Extraer - Producir - Desechar.

La economía lineal es el modelo tradicional donde para fabricar productos se extraen materias primas, se produce y luego se desecha, sin tener en cuenta la huella ambiental y sus consecuencias. Este tipo de economía prioriza el beneficio económico, obviando la sostenibilidad, ya que los productos se fabrican con la finalidad de ser usados y tirados (Santander, 2021).

Figura 2

Economía lineal



Fuente: Santander, 2021

Economía Circular:

“Por definición, la economía circular es reparadora y regenerativa, y pretende conseguir que los productos, componentes y recursos en general mantengan su utilidad y valor en todo momento. Este concepto distingue entre ciclos técnicos y biológicos. La economía consiste en un ciclo continuo de desarrollo positivo que conserva y mejora el capital natural, optimiza el uso de los recursos y minimiza los riesgos del sistema al gestionar una cantidad finita de existencias y unos flujos renovables. Además, funciona de forma eficaz en todo tipo de escala” (Ellen MacArthur Foundation, 2017).

El modelo de economía circular sintetiza varias escuelas de pensamiento, incluso la economía del rendimiento de Walter Stahel; la filosofía del diseño Cradle to Cradle de William McDonough y Michael Braungart; la idea de biomimética presentada por Janine Benyus; la ecología industrial de Reid Lifset y Thomas Graedel; el capitalismo natural de Amory y Hunter Lovins y Paul Hawken; e el abordaje blue economy, como el descrito por Gunter Pauli (Ellen MacArthur Foundation, 2021).

Impacto ambiental: citados por (Ernesto, 2009), Zaror (2002), se refiere al impacto ambiental como la alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por acciones humanas (labores mineras) o actividad en un área

determinada. Este autor, opina que los impactos ambientales pueden ser positivos o negativos, es decir, beneficiosos o no deseados y Rodríguez (2004), define el Impacto Ambiental como efectos positivos o negativos que se producen en el medio ambiente como consecuencia de acciones antrópicas¹.

Según una definición de Wikipedia es la alteración o modificación que causa una acción humana sobre el medio ambiente. Debido a que todas las acciones del hombre repercuten de alguna manera sobre el medio ambiente, un impacto ambiental se diferencia de un simple efecto en el medio ambiente mediante una valoración que permita determinar si la acción efectuada (por ejemplo, un proyecto) es capaz de cambiar la calidad ambiental y así justificar la denominación de impacto.

Impacto económico: La idea de impacto económico, en este marco, alude al efecto que una medida, una acción o un anuncio generan en la economía. Cuando algo tiene impacto económico, provoca consecuencias en la situación económica de una persona, una comunidad, una región, un país o el mundo.

En esta línea de investigación se contemplan todas las aportaciones metodológicas y estudios que cuantifican en términos de renta y empleo los impactos económicos de diversas actuaciones, no solo públicas (inversiones en infraestructuras, actuaciones deportivas, programas), sino también privadas.

Impacto Social: A pesar de que no hay una definición generalmente aceptada del término y acuerdo en qué consiste, se puede llegar a un acuerdo a partir de la definición de impacto. El impacto puede definirse como la “influencia o efecto dejados en alguien o en algo por causa de cualquier acción o actividad” y, por ende, el impacto social puede definirse como “la influencia o efecto en la sociedad por causa de cualquier acción o actividad (programa)”. La clave es definir este efecto en la sociedad (Cots Garriga, 2013).

El término impacto, que procede del latín tardío *impactus*, tiene varios usos. En esta se centrará en su acepción como el efecto emocional o simbólico que produce un hecho o un suceso. Social, por su parte, es aquello vinculado a la sociedad. Así se denomina a la agrupación de individuos que conviven en un mismo espacio y deben

¹ Cualquier acción o intervención realizada por el ser humano sobre la faz del planeta.

respetar diversas normas comunes. Con estas ideas en claro, podemos avanzar con la definición de impacto social. Se trata del resultado o la consecuencia de una determinada acción en una comunidad (Pérez y Gardey, 2021).

Residuos sólidos: según el decreto 1713 de 2002, se definen así: “residuo sólido o desecho 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”; y el usado al principio de este documento: “cualquier objeto, material, sustancia o elemento principalmente sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios” (Municipio de Dosquebradas, 2015, p.23)

Y acá se desprenden los otros conceptos de impacto para este estudio, para tener el panorama general del objeto de estudio:

Waste to energy (basura a energía): WtE hace referencia a una familia de tecnologías de tratamiento de residuos para recuperar energía en la forma de calor, electricidad o combustibles alternos, tales como el biogás. El alcance del término ‘Waste-to-Energy’ es sumamente amplio, y abarca un rango de tecnologías de diferente escala y complejidad (Mutz, 2017).

Según Wikipedia, es el aprovechamiento energético de residuos es el proceso por el cual se genera energía, en forma de electricidad, calor o combustible, a partir de los residuos. Es una planta que hace tratamiento térmico o biológico de los residuos domésticos y similares que quedan después del proceso de clasificación de los residuos mediante reciclaje y reutilización.

Relleno sanitario: Es una técnica de disposición de residuos sólidos muy utilizada en la región, que consiste en la disposición de capas de basura compactadas sobre un suelo previamente impermeabilizado para evitar la contaminación del acuífero y recubiertas por capas de suelo (José Ulloa, 2006, p.1).

Es el lugar técnicamente seleccionado, diseñado y operado para la disposición final controlada de los residuos sólidos, sin causar peligro, daño o riesgo a la salud pública, minimizando y controlando los impactos ambientales y utilizando principios de ingeniería, para la confinación y aislamiento de los residuos sólidos en un área mínima, con compactación de residuos, cobertura diaria de los mismos, control de gases y lixiviados, y cobertura final.

Vapor seco: método ampliamente utilizado para la esterilización térmica llamado también es autoclave. Las autoclaves utilizan comúnmente calentando al vapor de agua a 121 °C o a 134 °C para esterilizar diferentes materiales.

Estos conceptos son parte de esta investigación donde se estudiará la pertinencia de implementar otras innovaciones tecnológicas diferentes a las conocidas que den cuenta de los beneficios para el planeta.

Capítulo 3

Metodología

Paradigma de investigación

Epistemológicamente la taxonomía o fracciones que se han venido desarrollando en el paradigma del pensamiento social con respecto al momento o devenir histórico sobre el concepto a investigar que en este caso particular es: la disposición final de los residuos sólidos, hace que el paradigma en el que está enmarcada esta investigación es Contemporáneos del s.XX y s.XXI de teoría compleja y con enfoque holístico.

El método será de tipo constructivo-propositivo debido a que la disposición final la realizan los ciudadanos y afectan los territorios, y al seguir creciendo los territorios, los servicios públicos como la recolección de basuras debe ser impecable, pero si llegase a suceder que no sean recolectadas o dispuestas finalmente, generarán problemas salubres y ambientales (por gases efecto invernadero).

Tipo y enfoque de investigación

Con base en la estructura verbal infinitiva de los objetivos tanto general como específicos, se identifica que el nivel de investigación es Perceptual y Comprensiva al mismo tiempo, para la cual se identifica la unidad genérica de la globalidad del conjunto investigativo de tipo comparativo descriptivo.

Es por esto que se busca realizar una investigación nomotética, desde la visión sociológica, la cual implica el análisis del fenómeno de la disposición final de las basuras, con el registro de las variables tecnológicas a analizar, por medio de grupos de personas o actores de interés, que pretenden llevar a cabo generalizaciones, prueba de hipótesis o teorías, como la planteada en la investigación a través de un estudio de caso.

Estos involucran el estudio detallado del caso particular de la disposición final de las basuras y las tecnologías usadas para tal fin. Se utilizarán varios métodos de recolección de datos y de análisis, pero a su vez incluye la observación y entrevistas, involucrando consultar a otras personas o registros públicos (como las políticas públicas o CONPES).

El fenómeno particular a investigar son las diferentes tecnologías: la actual como los rellenos sanitarios, la propuesta por la ciencia como la quema de las basuras para generar energía y la del estudio de esta tesis, la cual devuelve todos los elementos a la economía circular.

Generalmente, este tipo de investigaciones tienen como resultado datos muy detallados y descriptivos únicos al caso estudiado. Sin embargo, la intención es evaluar la factibilidad de implementar otra práctica existente en este campo específico sin tener que llevar las basuras a rellenos sanitarios.

Diseño estratégico (estrategias y técnicas)

Con base en el enfoque de investigación propuesto, se determina que el método de investigación será mixto (combinado) de tipo contingente, ya que como lo plantea Jailler, 2021 en el mapa interactivo “es una investigación <desde dentro> donde predomina lo individual y subjetivo, de carácter ideográfico explicando de forma interpretativa y con sentido humanista la realidad social” referida en el tema escogido que es la disposición final de residuos sólidos.

La decisión de emplear un método mixto es apropiada porque se va a agregar valor al estudio en comparación con utilizar un único enfoque (con base en el análisis de las tecnologías existentes para disposición final), porque regularmente implica la necesidad de mayores recursos económicos, de involucramiento de más personas, conocimientos y tiempo (Lieber y Weisner, 2010).

De acuerdo con Creswell (2013), Niglas (2010) y Unrau, Grinnell y Williams (2005), los factores que se consideraron para el enfoque mixto fueron:

1. El enfoque mixto se adapta mejor al planteamiento del problema al ser un fenómeno complejo, como lo dice Creamer, 2018.
2. Al estar inmerso en procesos de innovación e innovación social, el enfoque en el cual se posee más conocimientos y entrenamiento, se facilita al mostrar una nueva perspectiva para examinar la viabilidad de tal tecnología en el país. Por ello

al realizar análisis económico, se adentra en temas cuantitativos; y al evaluar la factibilidad social y ambiental son del orden cualitativo.

Población y muestra

Al ser una investigación que analiza documentos y obtiene información de fuentes primarias como las personas encargadas de la disposición final de residuos sólidos en el municipio de Dosquebradas, se puede identificar como población a todas las entidades relacionadas con el tratamiento y disposición de los residuos sólidos durante toda la cadena, tanto públicas como privadas.

La muestra está representada básicamente como se plantea en la estrategia metodológica de la Tabla 3 con entrevistas a uno de los profesionales de la empresa Serviciudad de Dosquebradas, a una profesional de la empresa de Aseo de Pereira, a un profesional de las cooperativas recicladoras en Dosquebradas y a un profesional del relleno sanitario ATESA.

VARIABLES e indicadores/categorías

Instrumentos a utilizar.

Tal y como se describe en la Tabla 3 se especifican las estrategias metodológicas por cada objetivo específico, empezando con una revisión documental de varios textos importantes con respecto a la gestión de residuos sólidos (municipal y departamental), estructurando unas fichas de lecturas y organizando una matriz de datos para conocer las características de los residuos sólidos del territorio, así mismo se contrastarán los costos de llevar a relleno versus el material recuperado a través de un cuestionario a empresas recicladoras y costear el depósito por tonelada en relleno sanitario por cada material.

Se revisarán cotizaciones, informes y cotizaciones de las tecnologías para realizar una triangulación a modo de infográfico sobre las bondades de cada una de las tecnologías estudiadas y por último, proponer con un documento la tecnología que sea más amigable medio ambientalmente, que genere impacto social y que impacte positivamente la economía de los territorios donde se implemente.

Como se puede observar también en la Tabla 4 se plantean las “categorías Iniciales”, como abstracción de las características y atributos del fenómeno de la disposición de los residuos sólidos, innovación tecnológica y una llamada ecotecnia, con sus respectivas sub categorías y descriptivos tópicos iniciales.

Por último, en la Tabla 5 se observan los tipos de variables, definición nominal de algunos conceptos importantes para cada objetivo específico, con sus respectivos indicadores e índices relevantes para contar con la característica holística de la investigación.

Tabla 3

Estrategias metodológicas, técnicas e instrumentos de investigación, recursos y tiempos

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS	TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN	INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	RECURSOS	TIEMPOS
Realizar un diagnóstico sobre la generación de residuos sólidos para luego caracterizar social, económica y ambientalmente éstos en el municipio de Dosquebradas.	Se realizará una revisión documental de investigaciones aportadas por la empresa de Aseo y repositorio de la UTP sobre la caracterización de los residuos sólidos del municipio de Dosquebradas y sus impactos en cuanto a lo social y ambiental.	Revisión o consulta en documentos 1. PGIRS Dosquebradas 2. Informes del Área Metropolitana de Occidente 3. Investigaciones o repositorio de la UTP 4. Plan de desarrollo de la gobernación	- Fichas de lecturas - Matriz de datos	- Computador - Internet - Relaciones públicas	3 meses
	Se contrastará el costo de lo	Entrevistas telefónicas 1. ATESA	- Diseño de cuestionario sobre precio	- Transporte - Herramienta tecnológica de base de datos	

	depositado en rellenos sanitarios versus el ingreso que se puede obtener al recuperar los residuos sólidos.	2. Empresas recicladoras 3. ServiCiudad	de venta de materiales recuperados - Matriz de información con valores de costos de depósito en relleno		
Comparar la tecnología innovadora propuesta basada en vapor seco con las conocidas actualmente de rellenos sanitarios y Waste to Energy.	Se compararán las características de impacto ambiental y social, adicionalmente los costos de implementar cada una de esas tecnologías versus rentabilidad.	Revisión o consulta en documentos 1. Revisión de costos de implementación de una planta de vapor seco versus Waste To Energy versus Rellenos sanitarios. 2. Informes de ATESA 3. Investigaciones o repositorio de la UTP 4. Explorar cotización de plantas de estas	- Matriz de información y triangulación de datos	- Computador - Internet - Relaciones públicas	3 meses

		características			
Proponer una alternativa tecnológica auto sostenible, amigable con el planeta y de alto impacto social.	Se expondrán los beneficios de las diferentes tecnologías para proponer un piloto con la tecnología que cuente con las características descritas en el objetivo específico.	<p>Análisis de datos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tecnológicos 2. Sostenibilidad 3. Impacto social 	- Documento final con alternativa tecnológica	- Computador - Internet - Herramientas tecnológicas	2 mes

Tabla 4

Categorías, sub categorías y descriptores/tópicos

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CATEGORÍAS	SUBCATEGORÍAS	DESCRIPTORES /TÓPICOS
Caracterizar social, económica y ambientalmente los residuos sólidos urbanos del municipio de Dosquebradas	Residuos sólidos	Residuos sólidos urbanos	¿Cuántas toneladas de residuos sólidos se depositan en relleno sanitario en el municipio de Dosquebradas diariamente?; ¿cuáles son los materiales que se depositan en el relleno sanitario proveniente del municipio de Dosquebradas?; ¿cuál es la composición de toneladas por cada uno de esos materiales?
Comparar la tecnología innovadora propuesta basada en vapor seco con las conocidas actualmente de rellenos sanitarios y Waste to Energy.	Innovación tecnológica	Relleno sanitario Waste to Energy Vapor Seco	¿Cuáles son los costos de implementación de una planta para disposición final de residuos sólidos para cada una de las subcategorías?; ¿cuáles son los impactos sociales y ambientales de cada una de ellas?; ¿cuál es la tecnología que genera mayor Retorno de la inversión en inglés Return of investment (ROI) o retorno de la inversión?
Proponer una alternativa tecnológica auto sostenible, amigable con el planeta y de alto impacto social.	Ecotecnias	Autosostenibilidad Amigable con el ambiente Impacto social	¿Cuáles son las alternativas tecnológicas que ofrecen un equilibrio entre el medio ambiente y genera beneficios para la humanidad?; ¿cuál es la mejor opción para implementar una planta piloto en el municipio de Dosquebradas?

Tabla 5

Conjunto o tipo de variables, definición nominal, indicadores e índices

CONJUNTO O TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN NOMINAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ÍNDICES
Orgánicos	Residuos biodegradables; se componen naturalmente y tiene la propiedad de degradarse rápidamente transformándose en otra materia orgánica	Según el decreto 1713 de 2002, se definen así: “residuo sólido o desecho 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”; y el usado al principio de este documento:	Tonelada/Día	140 toneladas diarias de residuos sólidos en general (Serviciudad)
Plásticos	Polímeros derivados del petróleo que tardan al menos 100 años en descomponerse	“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”; y el usado al principio de este documento:		
Férricos	Hierro, acero y residuos de fundición.	“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”; y el usado al principio de este documento:		
No férricos	No tienen hierro como el zinc, aluminio, cobre, bronce, estaño	“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”; y el usado al principio de este documento:		
PET	Envases hechos en tereftalato de polietileno más reciclados en el mundo	“cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios” (Municipio de		

		Dosquebradas, 2015, p.23)		
Economía lineal	Son los bienes producidos a partir de materias primas son vendidos al consumidor final, quien los descarta cuando ya no funcionan	Proceso mediante el cual se logra la difusión de una idea que va desde su fuente de invención o inicio hasta sus últimos usuarios o adoptantes (Flores Ccanto et al, 2019).	Porcentaje de material que se recicla	
Economía circular	Un ciclo continuo de desarrollo positivo que conserva y mejora el capital natural, optimiza el uso de los recursos y minimiza los riesgos del sistema al gestionar una cantidad finita de existencias y unos flujos renovables			
Recuperación	Volver a tomar lo que antes se tenía	Son instrumentos aplicados en el aprovechamiento eficiente de recursos naturales y materiales, que permiten la obtención de productos y servicios para la vida diaria de manera sostenible.	Tonelada recuperada/ Día	
Impacto social	La “influencia o efecto dejados en alguien o en algo por causa de cualquier acción o actividad” y, por ende, el impacto social puede definirse como “la influencia o efecto en la sociedad por causa de cualquier acción o actividad (programa)”. La clave es definir este efecto en la			

	sociedad (Cots Garriga, 2013).			
--	--------------------------------	--	--	--

Diseño de instrumentos

Fichas de lecturas.

Se utilizarán las fichas de lecturas, para relacionar los documentos sobre políticas públicas, PGIRS, entre otros.

Figura 3

Ficha de lectura

Seleccione el sistema de citación que debe usar para esta reseña	APA - MLA - IEEE Chicago - Vancouver
Título del texto que será reseñado	
Párrafo(s) de introducción (seleccione una o varias de estas preguntas para desarrollar su introducción)	¿Cuándo se publicó el texto? ¿Quién escribe el texto? ¿El autor o la autora es un experto sobre el tema que en el texto? En otras palabras, ¿ha escrito más textos sobre este tema? ¿El texto fue resultado de una investigación? ¿Cuál es el contexto del texto? ¿Cuál es el tema del texto? ¿Cuál es la postura del autor con respecto al tema?
Párrafos de desarrollo	Síntesis del primer argumento del texto. Escriba aquí una o dos oraciones sobre este. ¿Este argumento sustenta la postura del autor? ¿Este argumento es pertinente para el contexto del tema estudiado? ¿Por qué? ¿Es posible rebatir este argumento? En caso de serlo, ¿cómo?
	Síntesis del segundo argumento del texto (si lo hay). Escriba aquí una o dos oraciones sobre este.
Párrafo(s) de conclusión	- Síntesis de la conclusión del texto. Escriba aquí una o dos oraciones sobre esta. Valoración general del texto que se reseña. Para realizar puede responder preguntas como: ¿El texto es coherente? ¿Por qué? ¿El autor tiene en cuenta el contexto del tema que está estudiando? ¿La postura y los argumentos del autor son pertinentes para el estudio del tema? ¿Por qué? ¿Es posible rebatir la postura y los argumentos del autor? En caso de serlo, ¿cómo?
Referencia bibliográfica del texto que será reseñado (recuerde que debe hacer esta referencia según el sistema de citación que seleccionó previamente)	

Matriz de datos.

Con el objetivo de caracterizar los residuos sólidos desde los aspectos sociales, económicos y ambientales se trabajará con la siguiente matriz.

Figura 4

Caracterización Económica, ambiental y social de cada tecnología

	Caracterización Económica	Caracterización Ambiental	Caracterización Social
Tecnología 1: Relleno Sanitario			
Tecnología 2: Thermowaste			
Tecnología 3: Waste to Energy			

Cuestionario venta de materiales.

Para identificar el costo de los materiales de valor que se pueden recuperar de la basura, se utilizará el siguiente cuadro.

Figura 5

Cuestionario venta de materiales

Precios de venta de materiales reciclados en plantas de clasificación para su país.

Sales prices of recycled materials in sorting plants in your country.

Metales férricos (\$USD/Tn)
Ferrous metals (\$USD/Tn)

Metales NO férricos (\$USD/Tn)
Nonferrous metals (\$USD/Tn)

Plásticos PET (\$USD/Tn)
PET plastics (\$USD/Tn)

Otros plásticos (\$USD/Tn)
Other plastics (\$USD/Tn)

Orgánica en Compost (\$USD/Tn)
Organic compost (\$USD/Tn)

Otros
Other

CSR (Combustible Sólido Recuperado) para cementeras.

RDF (Refuse Derived Fuel) for cement factories.

Precio de venta (\$USD/Tn)
Sales price (\$USD/Tn)

Densidad (Kg/m³)
Density (Kg/m³)

PCI medio (Kcal/Kg)
LCV average (Kcal/Kg)

Humedad (% w/w)
Humidity (% w/w)

Matriz de información con valores de costos de depósito en relleno.

Con el objetivo de comparar los valores de llevar los residuos a relleno, se utilizará el siguiente instrumento.

Figura 6

Matriz de información

Modelo actual de gestión y disposición
Current model of management and disposition

Residuos enviados a vertedero (Relleno sanitario).

Waste sent to landfill.

Volumen anual (Tn/año)
Annual volume (Tn/Year)

Coste de Relleno Sanitario (\$USD/Tn)
Landfill cost (\$USD/Tn)

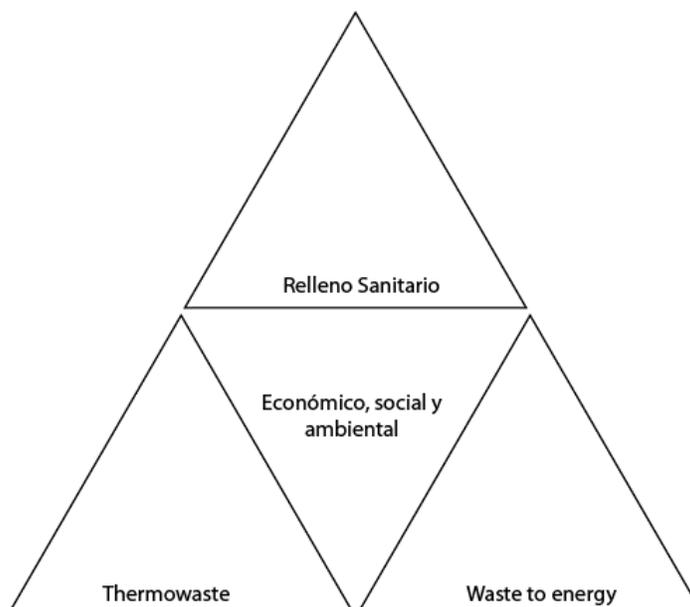
Coste transporte a Relleno S. (\$USD/Tn)
Cost of transport to landfill (\$USD/Tn)

Matriz de información y triangulación de datos.

Para conocer los beneficios de las tecnologías para disposición final se realizará la siguiente triangulación.

Figura 7

Matriz de triangulación de datos



Entrevistas telefónicas.

Para conocer de primera mano las actualizaciones de las políticas de disposición final en el municipio Serviciudad, en Atesa y empresas recicladoras.

Figura 8

Entrevistas telefónicas

Preguntas
1. ¿Existe alguna actualización del Plan General Integral de Residuos Sólidos - PGIRS?
2. ¿Qué trabajo social se realiza con los recicladores de oficio?
3. ¿Cuáles son las actuales cifras de aprovechamiento del municipio de Dosquebradas?

Capítulo 4

Resultados y análisis

Objetivo específico: *Realizar un diagnóstico sobre la generación de residuos sólidos para luego caracterizar social, económica y ambientalmente éstos, en el municipio de Dosquebradas*

Al revisar las lecturas, se empieza con el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Dosquebradas el cual fue publicado en 2017 por la consultora Zoluciona Ltda y que aún no cuenta con actualización a la fecha, plantea como objetivo disminuir el porcentaje de residuos que llegan a los rellenos sanitarios, aumentar su aprovechamiento e incluir a los recicladores, lo cual implica tomar acciones orientadas a promover cambios en el consumo de bienes y servicios y así reducir la cantidad de residuos generados por parte de los usuarios; y cuya postura es que a través de la Resolución No. 0754 del 25 de noviembre del 2014, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, en conjunto con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible establecieron la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) de segunda generación; la cual debe ser adoptada por los alcaldes de todos los municipios y distritos del país.

De este documento, se resalta que: “Según información suministrada por los prestadores del servicio público de aseo el promedio de producción de residuos sólidos en el municipio de Dosquebradas es de 3.379 toneladas al mes, los cuales son dispuestos en el relleno sanitario La Glorita (propiedad de la empresa privada ATESA)” (Municipio de Dosquebradas, 2015). Este argumento hace parte de una investigación y caracterización de la gestión integral de residuos sólidos para el municipio de Dosquebradas y es pertinente para este estudio ya que se enfoca en la cantidad de residuos sólidos generados en el territorio e identifica la forma en que se dispone. La generación per cápita (GPC) promedio dio como resultado 0,513 kilogramos por habitante al día. Y según la composición de residuos, se puede promediar que el 35,2% de los residuos son orgánicos y el 64,8% restante inorgánicos. De estos el estudio dice que el 44% son no aprovechables, el 28% es orgánico, otro 28% es plástico, el 5% es papel y cartón, el 9%

son textiles, el 1% son metales. El municipio de Dosquebradas está creciendo en unidades habitacionales y en industria y comercio, lo que conlleva a que los servicios públicos domiciliarios estén alineados a los crecimientos del número de personas que habitan en el territorio. Tales servicios también tienen el reto de aprovechar los residuos sólidos que mayormente son orgánicos y que se pueden transformar en biomasa para utilizar en diferentes aplicaciones aprovechando la ruralidad del municipio y la transformación de otros elementos en material de valor para devolverlos a la economía. Así mismo, los municipios en Colombia seguirán creciendo y por ende se debe pensar en la proporcionalidad de crecimiento del número de residuos sólidos y la disposición final. Conocer la composición de los residuos por territorio, permitirá investigar su aprovechamiento basado en las características identificadas.

En 2020 con el cambio de gobiernos municipales, el alcalde electo pasa a aprobación por parte del Concejo el Plan de Desarrollo del municipio de Dosquebradas: “Dosquebradas: Empresa de Todos” el cual es un modelo de ciudad que apunta a la gestión del desarrollo humano, la competitividad del territorio y la protección ambiental, direccionado mediante un sistema de gerencia pública abierto y con resultados; cuyo tema principal es precisamente desarrollar un modelo humano basado en mejorar la vida de los individuos, otorgando mayores oportunidades y garantizando el ejercicio de las libertades. Este desarrollo humano es consciente de que el crecimiento económico debe estar al servicio del bienestar social, que las actividades del ser humano deben ser responsables con la protección del ambiente y que el ejercicio de la expresión ciudadana se debe proteger y promover. Y la postura frente a la disposición de residuos sólidos es clara hablando desde el cambio climático como una realidad. Por tal motivo, reseña, la Empresa de Todos debe procurar la protección de los frágiles ecosistemas del territorio, otorgando un nuevo significado a fuentes hídricas que dan sentido a la ciudad y a sus “húmedas tierras”, que deberán ser preservadas y al mismo tiempo intervenidas ante la prevención y atención de desastres. La Corporación Autónoma Regional de Risaralda y la ciudad de Dosquebradas junto con su gente, se comprometen por la protección del ambiente, de este texto se puede tomar que:

El gran reto para la ciudad será concertar, entre los diferentes actores involucrados en el desarrollo urbano, un ordenamiento territorial responsable con el ambiente que fortalezca la posición competitiva del Municipio, generando lugares de encuentro ciudadano, con servicios públicos eficientes y de calidad, que garantice el acceso a la vivienda en condiciones dignas a sus habitantes.

El territorio en Dosquebradas debe ser gestionado como un instrumento que responda a las expectativas de bienestar de la población, respecto del desarrollo de sus diferentes actuaciones: habitar, producir, estudiar, compartir, expresarse y disfrutar en un territorio conflictivo y desequilibrado es un desafío que supera los gobiernos y que requiere del apoyo de todos los sectores de la sociedad para el buen vivir. (Municipio de Dosquebradas, 2020 p.179-181).

Los municipios propenden por el bienestar de sus habitantes en temas como la gestión del desarrollo humano, la competitividad del territorio y la protección ambiental, direccionado mediante un sistema de gerencia pública abierto y con resultados. Lo único que le hace falta a esta ecuación es contar con la ciudadanía para generar pedagogía sobre la protección del planeta y la finitud de los recursos naturales. Directamente no se ha mencionado en el documento la gestión integral de residuos sólidos, pero si se ven en los proyectos del programa Dosquebradas ambientalmente sostenible, en la Implementación de un esquema diferencial para la Gestión Integral de Residuos Sólidos en la zona rural del municipio, la Actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipal PGIRS, el Aumento de la tasa de aprovechamiento de residuos sólidos municipales dentro del proyecto UNIDOS POR UNA DOSQUEBRADAS LIBRE DE BASURA. Generalmente las políticas y planes de gobierno están alienadas a la sostenibilidad ambiental desde el conocimiento de la línea base de los indicadores para cumplir con los planes, y son bastante pequeños las metas o porcentajes de incremento. Adicionalmente no se proponen o se retan para presentar tecnologías diferentes y disruptivas, lo que hace que realicen las mismas acciones desde hace aproximadamente 10 ó 15 años. Para los diferentes territorios y sus planes de desarrollo se hace simple en términos de indicadores de medición, cumplir con los compromisos que adquieren en cuanto a sostenibilidad ambiental e impacto de los residuos sólidos, lo que se ve reflejado

en sus informes de gestión en porcentajes mínimos que impactan positivamente las regiones, pero que son tan pequeños que no se ven por la cantidad de residuos sólidos que se generan en las ciudades que seguirán creciendo. El reto es la sostenibilidad ambiental y la prestación de servicios públicos de calidad para los ciudadanos con inversiones en proyectos que impacten económica y socialmente a los ciudadanos a partir de este documento PGIRS.

Por otra parte, el documento de política nacional sobre el manejo de residuos sólidos Conpes, escrito por el Consejo Nacional de Política Económica y Social, Departamento Nacional de Planeación, busca que a través de la gestión integral de residuos sólidos se pueda aportar a la transición de un modelo lineal hacia una economía circular donde, haciendo uso de la jerarquía en la gestión de los residuos, se prevenga la generación de residuos y se optimice el uso de los recursos para que los productos permanezcan el mayor tiempo posible en el ciclo económico y se aproveche al máximo su materia prima y potencial energético, los principales temas que plantea el documento son 1) Promover la economía circular a través del diseño de instrumentos en el marco de la gestión integral de residuos sólidos; 2) Promover la cultura ciudadana, la educación e innovación en gestión integral de residuos con el fin de prevenir la generación de residuos, promover la reutilización e incrementar los niveles de separación en la fuente y de aprovechamiento; 3) Generar un entorno institucional propicio para la coordinación entre actores que promueva la eficiencia en la gestión integral de residuos sólidos; 4) Mejorar el reporte, monitoreo, verificación y divulgación de la información sectorial para el seguimiento de la política pública referente a la gestión integral de residuos sólidos. La postura de la actual política es implementar la gestión integral de residuos sólidos como política nacional de interés social, económico, ambiental y sanitario, para contribuir al fomento de la economía circular, desarrollo sostenible, adaptación y mitigación al cambio climático; y también pretende ser un complemento de la Política de Producción y Consumo Sostenible, en el sentido de que esta última busca cambiar los patrones de producción y consumo de la sociedad colombiana, proponiendo acciones dirigidas a ampliar el espectro de productos incluidos en el programa de compras públicas sostenibles y el uso de sellos ambientales para promover el consumo responsable.

Del documento se puede tomar los siguientes apartes referentes a la gestión de residuos sólidos en Colombia:

La gestión de residuos sólidos en Colombia ha presentado importantes avances en el control de la contaminación causada por los residuos sólidos y en la sostenibilidad del servicio público de aseo en gran parte del país. A la fecha, la gran mayoría de residuos sólidos no peligrosos es dispuesta adecuadamente y un porcentaje muy bajo de municipios del país cuenta con sitios de disposición final no adecuados. Sin embargo, estos avances se han dado mediante el desarrollo paralelo de visiones que no siempre están articuladas en cuanto a su dimensión ambiental y al enfoque de servicio público. Lo anterior se evidencia en el desarrollo de diferentes políticas públicas, implementadas separadamente y que, a pesar de coincidir en algunos puntos, no se han potenciado mediante el trabajo integrado.

Dicho desarrollo esta soportado en un modelo económico de producción y consumo lineal, donde los bienes producidos a partir de materias primas son vendidos, utilizados y finalmente desechados como residuos (Ellen MacArthur Foundation, 2013). Este modelo lineal presenta dificultades asociadas a la escasez de las materias primas que se utilizan en la producción y a la creciente demanda de suelos necesarios para ubicar sitios de disposición final. Aunado a lo anterior, la composición de residuos generados en el país presenta una alta prevalencia de residuos orgánicos, que al ser dispuestos en rellenos sanitarios se convierten en una importante fuente de gases de efecto invernadero. Teniendo en cuenta las crecientes proyecciones de generación de residuos, asociadas con el aumento demográfico y con el crecimiento económico del país, el sector de residuos sólidos tiene un papel significativo en el escenario de mitigación y adaptación al cambio climático. (DNP, 2016, p. 3).

Altos costos de las técnicas diferentes a los rellenos sanitarios: El relleno sanitario, junto con el compostaje, es la técnica que tiene un menor costo por tonelada, por debajo de otras como el aprovechamiento (reciclaje) y el tratamiento mecánico o con fines de generación de energía. Las evaluaciones financieras bajo las condiciones actuales de aprovechamiento de residuos demuestran que los costos de la actividad son superiores

a los ingresos obtenidos por la comercialización de los materiales y por la tarifa de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo. A pesar de los mayores costos de otras técnicas diferentes a rellenos sanitarios, en el país se ha construido infraestructura para el tratamiento de residuos, buscando financiarse con otras fuentes de recursos. El 83% de los residuos sólidos domiciliarios que se generan van a los rellenos sanitarios y solo el 17% es recuperado por recicladores para su reincorporación al ciclo productivo (DNP y BM, 2015). Si se continúa con la misma dinámica de generación de residuos, sin adecuadas medidas para mejorar su aprovechamiento o tratamiento, y con patrones de producción y consumo insostenibles, en el año 2030 tendremos emergencias sanitarias en la mayoría de ciudades del país y una alta generación de emisiones de GEI (Gas Efecto Invernadero). Así mismo, Colombia tendrá 64 ciudades con más de 100.000 habitantes en 2035, en las que habitarán el 83% de la población y se crearán 5,1 millones de nuevos hogares, para los cuales es necesario garantizar servicios públicos con calidad y continuidad. En la situación actual para el año 2030 la generación de residuos en las zonas urbanas y rurales podría llegar a 18,74 millones de toneladas anuales; de las cuales 14,2 millones de toneladas anuales de residuos deberán ser dispuestos en rellenos sanitarios que no cuentan con la suficiente capacidad para recibirlos. Al tener claro en Colombia (según el DNP) el porcentaje de recuperación de residuos se puede analizar que con el 83% que va a relleno se puede trabajar para minimizar el impacto ambiental de la tierra con nuevas tecnologías diferentes a las del relleno sanitario o a quemar la basura para generar energía.

Caracterización económica, ambiental y social

Con el segundo instrumento de medición y a partir de las entrevistas realizadas se desarrolló una matriz de datos con la caracterización económica, ambiental y social de los residuos sólidos, empezando a describir que en el municipio de Dosquebradas se disponen los residuos sólidos en el Relleno Sanitario La Glorita, operado por ATESA de Occidente donde se hace la disposición final de residuos sólidos domiciliarios, industriales y comerciales mediante su depósito definitivo en el suelo, de conformidad con la ley y reconociendo que la Corporación Autónoma Regional de Risaralda-CARDER, es la que aprueba un Plan de Manejo Ambiental del Relleno, para las

actividades de manejo y disposición final de residuos sólidos en el Relleno sanitario "La Glorita", ubicado en el corregimiento de Combia, vereda la Suecia, jurisdicción del Municipio de Pereira. Según los datos compartidos por Serviciudad (empresa de servicios públicos domiciliarios del municipio de Dosquebradas) quien además de los servicios de acueducto y alcantarillado presta dentro del servicio de aseo la recolección de residuos sólidos, cabe resaltar que el municipio invierte anualmente entre 1.600 y 1.700 millones de pesos para depositar en relleno sanitario las 40.548 toneladas de residuos sólidos generados, lo que corresponde al 13,22% de lo que recibe el relleno sanitario y cuya caracterización física (ambiental) es de 51,8% son residuos de comida y jardín, seguido por plástico con 19,7%, 12,4% de otros elementos y en menores porcentajes textiles, cartón, papel, vidrio, huesos y metales. Desde la perspectiva social se realizan diferentes campañas de cultura ciudadana, vertimiento responsable, uso racional del agua, tipos de residuos y socialización de sanciones, a partir de acciones que se realizan en redes sociales y entrega de volantes a la comunidad, con un costo aproximado de 74 millones al año, según datos de plan de compras 2022.

Con base en la información suministrada por ATESA, a los ciudadanos que depositan sus residuos sólidos desde otros municipios diferentes a Pereira, el costo económico para disposición final en el relleno La Glorita tiene un valor de \$31.591 por tonelada (adicionalmente se cobran \$7.809 pesos por tonelada de tratamiento de lixiviados); los residuos sólidos depositados durante el año 2021 sumaron 306.652 toneladas, entre los cuales cada mes desde el aspecto ambiental se determina la composición física y química de los sólidos provenientes de los municipios que disponen en La Glorita clasificándolos en 12 categorías físicas (Residuos de comida y jardín, productos de papel, productos de cartón, plástico, caucho y cuero, textiles, madera, productos metálicos, vidrio, productos cerámicos, ceniza, rocas y escombros, huesos, Otros; y 35 parámetros químicos como peso específico, contenido de humedad, permeabilidad de residuos compactados, capacidad de campo, análisis elemental (C, H, O, N, S, cenizas), sólidos volátiles, Carbono, Nitrógeno, Hidrógeno, Azufre, Sólidos volátiles, Poder Calorífico Superior, cuantificación de metales pesados (Aluminio (Al), Arsénico (As), Bario (Ba), Berilio (Be), Boro (B), Cadmio (Cd), Cinc (Zn), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Estaño (Sn), Litio (Li), Manganeso (Mn), Mercurio (Hg),

Molibdeno (Mo), Níquel (Ni), Plomo (Pb), Selenio (Se), Vanadio (V)) y análisis físicos. Por otra parte, y desde el aspecto social, trabajan en la aplicación del Decreto 596 de 2016 para apoyar la formalización de los recicladores de oficio y realizan acompañamiento social a través de psicología apoyándolos en ese proceso de transformación, pero no se salen de la normatividad y lo que se les exige.

En la particularidad del documento del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del municipio de Dosquebradas, el promedio de producción de residuos sólidos del municipio es de 3.379 toneladas al mes, los cuales son dispuestos en el relleno sanitario La Glorita como se describió anteriormente. Para los usuarios residenciales la Generación Per Cápita (GPC) promedio es de 0,513 kilogramos por habitante al día. Actualmente cuenta con 61.688 suscriptores residenciales y 2.862 comerciales e industriales lo que representa una cobertura del 95% del municipio. La composición física de lo que se dispone Dosquebradas en relleno está conformado mayormente por productos orgánicos (28%), metales (27%) y plásticos (27%); seguido de textiles (9%), papel-cartón (5%) y otros (3%). Del total de material que efectivamente se aprovecha mensualmente en el municipio es de 815,11 toneladas al mes, siendo el más representativo el cartón con 331.057,90 kilogramos/mes. Según datos del censo de recicladores de oficio realizado en el año 2016 y actualizado a la fecha (2021) en el municipio de Dosquebradas laboran 389 recicladores de oficio, de los cuales el 37,02% son habitantes de calle y el 34% pertenece a alguna de las organizaciones de recicladores ya constituidas y reconocidas en la ciudad. El municipio cuenta con una política municipal para la inclusión de recicladores desde 2014, con la cual la Alcaldía de Dosquebradas, a través de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Gestión Ambiental desde su programa de aprovechamiento, desarrolla la estrategia “Separar para Reciclar”, en la que se benefician 60 recicladores pertenecientes a asociaciones legalmente constituidas, con el fin de fortalecer las asociaciones y generar procesos de economía solidaria.

Desde la perspectiva del ciudadano de Dosquebradas, éste simplemente paga por la recolección de las basuras en sus residencias o empresas, con un canon aproximado de \$19.288, en un estrato 3 sin embargo desconocen que este valor también incluye el

barrido de calles, poda de césped y corta de árboles, mantenimiento de alcantarillas, entre otros. Tampoco recibe un beneficio económico (fuera del subsidio otorgado por el gobierno) por el material que reciclable separado, ya que las campañas de cultura ciudadana realizadas no tienen alto impacto en la comunidad y a la ciudadanía tampoco le interesa saber profundamente qué sucede con sus basuras, luego de que salen en bolsas de sus respectivas casas. Uno de los aspectos más críticos para la ciudadanía es disponer los Residuos Especiales como colchones, electrodomésticos, muebles y enseres que tienen un volumen mayor y que al solicitar servicio de recogida por las entidades prestadoras de servicios públicos domiciliarios, acarrear un costo adicional lo que hace que las personas decidan entonces no pagarlo y disponerlos particularmente a la ladera de las montañas, en las calles, en los cauces de las quebradas cercanas a los barrios generando posibles desplazamientos de tierra por acumulación o retención de agua (inundaciones), contaminación de acuíferos e impactando negativamente el ornato de la ciudad. En el aspecto social, los ciudadanos han apoyado iniciativas presentadas por las diferentes administraciones para permitir el ingreso de algunos recicladores de oficio quienes realizan la labor de separación en los *shut* donde se almacena todos los residuos sólidos antes de que pase el camión compactador, sin embargo, estos recicladores no cuentan con ARL (Administradora de Riesgos Laborales) que cubran sus posibles enfermedades que conlleva realizar esta labor.

Tabla 6

Caracterización económica, ambiental y social

Población	Caracterización Económica	Caracterización Ambiental	Caracterización Social
<p>Serviciudad de Dosquebradas - Norma Londoño, profesional aseo</p>	<p>Los residuos de Dosquebradas representan el 13,22% de lo que se envía a relleno sanitario (40.548 tn al año). El costo anual para depositar en relleno oscila entre los 1.600 y 1.700 millones de pesos. Las campañas sociales tienen un costo anual de 74 millones para una población aproximada de 208.000 habitantes.</p>	<p>El 51,8% son residuos de comida y jardín, seguido por plástico con 19,7%, 12,4% de otros elementos y en menores porcentajes textiles, cartón, papel, vidrio, huesos y metales.</p>	<p>Campañas de cultura ciudadana, vertimiento responsable, uso racional del agua, tipos de residuos y socialización de sanciones.</p>
<p>ATESA de Occidente</p>	<p>La tarifa de servicio de aseo para disposición final en el relleno La Glorita tiene un costo de \$31.591 por tonelada. Los residuos sólidos correspondiente al año 2021 fueron 306.652 toneladas. Adicionalmente cobran \$7.809 pesos por tonelada de tratamiento de lixiviados.</p>	<p>Cada mes se determina la composición física y química de los sólidos provenientes de los municipios que disponen en La Glorita. Se clasifican en 12 categorías físicas y 35 químicas. Cuentan con planta de manejo de lixiviados.</p>	<p>Aplicación del Decreto 596 de 2016 para apoyo en la formalización para los recicladores de oficio y aspecto de acompañamiento social a través de psicología.</p>

<p>PGIRS de Dosquebradas, Vivian Vera, profesional técnica</p>	<p>El promedio de producción de residuos sólidos, en el municipio de Dosquebradas es de 3.379 toneladas al mes, los cuales son dispuestos en el relleno sanitario La Glorita. Para los usuarios residenciales la Generación Per Cápita (GPC) promedio es de 0,513 kilogramos por habitante al día. Se cuenta con 61.688 suscriptores residenciales y 2.862 comerciales e industriales lo que representa una cobertura del 95% del municipio.</p>	<p>La composición física de lo que se dispone Dosquebradas en relleno está conformado mayormente por productos orgánicos (28%), metales (27%) y plásticos (27%); seguido de textiles (9%), papel-cartón (5%) y otros (3%). Del total de material que efectivamente se aprovecha mensualmente en el municipio es de 815,11 toneladas al mes, siendo el más representativo el cartón con 331.057,90 kilogramos/mes.</p>	<p>Según el censo de recicladores de oficio realizado en el año 2016 y actualizado a la fecha (2021) en el municipio de Dosquebradas laboran 389 recicladores de oficio, de los cuales el 37,02% son habitantes de calle y el 34% pertenece a alguna de las organizaciones de recicladores ya constituidas y reconocidas en la ciudad. El municipio cuenta con una política municipal para la inclusión de recicladores desde 2014.</p>
<p>Ciudadano del Municipio de Dosquebradas. Dora Inés Posada, habitante unidad Parque La Estación.</p>	<p>Un usuario en el municipio de Dosquebradas paga por servicio de aseo en un estrato 3: \$19.288 De lo que se recupera, el ciudadano no ve ningún beneficio.</p>	<p>El servicio incluye 2 días de frecuencia de recolección, y 2 días de frecuencia de barrido. Las personas separan mayormente lo orgánico, el resto lo ponen en bolsas que no corresponden con los colores de la</p>	<p>Dentro de las unidades y dependiendo de las administraciones, apoyan a los recicladores de oficio.</p>

		separación que dice la normativa.	
--	--	-----------------------------------	--

Comparativo precios venta de materiales

Posteriormente al análisis realizado con respecto a la caracterización económica, ambiental y social de los residuos sólidos en el municipio de Dosquebradas, se realizó un sondeo sobre los precios de compra de los principales materiales que se recuperan en el municipio indagando en las tres principales centrales de acopio: La Capilla, Ekaplas y Recuperadora Guadalupe; cuyos datos están registrados en la tabla que se muestra a continuación.

Tabla 7

Comparativo precios venta de materiales

\$/Tn	La Capilla - Jhonny Ortíz	Ekaplas - Albeiro Puerta	Recuperadora Guadalupe - Diego García
Residuos de comida y jardín	\$ -	\$ -	\$ -
Productos de papel	\$ 463.000	\$ 325.000	\$ 315.000
Productos de cartón	\$ 410.000	\$ 464.000	\$ 520.000
Plástico rígido	\$ 2.300.000	\$ 2.500.000	\$ 1.513.000
Pet Cristal	\$ 2.679.000	\$ 2.700.000	\$ 2.538.000
Aluminio	\$ 5.160.000	\$ 5.650.000	\$ 4.525.000
Chatarra	\$ 1.106.000	\$ 1.175.000	\$ 958.000
Vidrio	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 122.000

Nota. Municipio de Dosquebradas

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los datos registrados en la tabla anterior, los materiales de mayor valor en precio de venta para los recicladores son los residuos de aluminio, PET cristal (transparente) y plástico rígido (botellas, empaques de shampoo, tarros plásticos, entre

otros). Los materiales orgánicos no cuentan con valor de compra, debido a que en el municipio no existen proyectos de aplicabilidad de los residuos orgánicos.

Modelo actual de gestión y disposición

Para finalizar este diagnóstico y caracterización de residuos sólidos en el municipio de Dosquebradas se presenta el costo que el municipio paga por tonelada en el relleno sanitario La Glorita, el cual es administrado y operado por la empresa ATESA DE OCCIDENTE S.A.S. perteneciente al municipio vecino de Pereira a una distancia aproximada de 25 km por trayecto, lo cual genera un costo adicional de transporte, mantenimiento y desgaste del parque automotor, horas laborales de los conductores ya que en ocasiones se debe esperar turno para poder depositar los residuos sólidos.

Figura 8

Matriz de modelo actual de gestión y disposición

<p>Dando cumplimiento a las disposiciones contenidas en la Resolución CRA 720 de 2015 y la Ley 142 de 1994, nos permitimos informar a nuestros usuarios las nuevas estructuras de costos aplicables al cálculo de las tarifas del servicio de aseo público domiciliario referente al servicio de Disposición Final para el Relleno Sanitario "La Glorita" ubicado en el Municipio de Pereira, Departamento de Risaralda, y que serán aplicados durante el tercer Bimestre del año 2020</p>		
COSTOS FIJOS Y VARIABLES	Costo de Disposición Final (\$/Ton) -CDT- (PEREIRA)	\$ 28.700,42
	Costo de Disposición Final (\$/Ton) -CDT- (OTROS MUNICIPIOS)	\$ 31.591,83
	Costo Tratamiento Lixiviados (\$/Ton) -CTL	\$ 7.809,14
<p>Dando cumplimiento a las disposiciones contenidas en las Resoluciones MAVDT 1390 de 2005 y CRA 351 de 2005), nos permitimos informar a nuestros usuarios la capacidad de recepción diaria de toneladas y capacidad remanente del Relleno Sanitario LA GLORITA, para el tercer Bimestre del año 2020</p>		
Capacidad de Recepción Diaria (Ton)		1.100,00
CAPACIDAD REMANENTE	Capacidad Remanente (Ton)	193897,281
	Capacidad Remanente en Años	0,70

Tabla 8

Caracterización económica, ambiental y social de cada tecnología

	Caracterización Económica	Caracterización Ambiental	Caracterización Social
Tecnología 1: Relleno Sanitario	<p>Tiene un bajo costo de implementación, pero un alto costo ambiental y social.</p> <p>Los costos de implementación son económicos, pero altos en mantenimientos.</p> <p>Es muy costoso llevar a cabo ampliaciones de nuevos pozos.</p> <p>La tecnología se deberá implementar utilizando materiales de calidad que eviten la contaminación del suelo. La alternativa genera costos adicionales para el tratamiento de lixiviados y manejo de gases derivados de la descomposición de los residuos sólidos.</p> <p>Tiene bajo costo de implementación. Una planta para procesar 915 mil tn (vida útil), costo aproximado por 10 mil millones de pesos COP.</p>	<p>Su objetivo es enterrar los residuos sólidos, compactándolos.</p> <p>No se ajusta a una solución sostenible, porque son finitos. Se les acaba la vida útil.</p> <p>Tiene fuerte impacto negativo sobre los ODS.</p> <p>Si la alternativa no es implementada de manera adecuada puede llegar a generar contaminación del recurso suelo y fuentes de agua superficiales y subterráneas a través de los lixiviados producto de la descomposición de los residuos.</p> <p>Adicionalmente, es gran generador de gases efecto invernadero como metano y dióxido de carbono.</p> <p>Genera contaminación visual y por malos olores. El área se convierte en foco de vectores de enfermedades contagiosas.</p> <p>Generalmente el Metano producido de la descomposición de los residuos no es aprovechado para la</p>	<p>Presenta rechazo social y político.</p> <p>El tiempo de implementación es largo, debido a los impactos ambientales y sociales que conlleva hacer un relleno sanitario.</p> <p>Rechazo social por presencia de vectores de enfermedades contagiosas (moscas, roedores, aves de carroña).</p> <p>Rechazo social por presencia de malos olores.</p> <p>Rechazo social por presencia de contaminación visual a los alrededores de los rellenos.</p>

		generación de energía o calor	
Tecnología 2: Thermowaste	<p>Tiene un bajo costo de implementación. Una planta para procesar 1.200 tn al día, costo por debajo de los 305 mil millones de pesos COP.</p> <p>Los costos de explotación y mantenimiento pueden llegar a ser hasta el 50% respecto a Waste to Energy.</p> <p>Bajo costo de ampliaciones, gracias a su concepto modular.</p> <p>Altos costos de tratamiento de emisiones atmosféricas y de las aguas provenientes del lavado de gases.</p>	<p>Su objetivo es recuperar el mayor % de materiales posibles o producir -energía.</p> <p>Se eliminan patógenos y olores con el tratamiento.</p> <p>Se ajusta al modelo de Economía Circular, porque reintroduce al mercado muchos materiales recuperados</p> <p>Tiene impacto positivo sobre los ODS.</p> <p>Proceso cerrado.</p> <p>Para la generación de energía en la planta, si la tecnología trabaja de manera eficiente, se puede evitar la contaminación atmosférica por compuestos como dioxinas, furanos, material particulado, metales pesados y gases efecto invernadero.</p> <p>Se reduce el volumen de los residuos.</p> <p>No se genera contaminación visual.</p>	<p>No presenta rechazo social.</p> <p>Tiempo de implementación corto. Permite activar sus líneas gradualmente.</p> <p>Se reduce el volumen, vectores y patógenos y malos olores.</p> <p>No genera contaminación visual.</p> <p>Restricciones normativas relacionadas con la localización de la tecnología.</p>
Tecnología 3: Waste to Energy	<p>Tiene un elevado costo de implementación. Una planta para procesar 1.200 tn al día, puede costar más de 300 M de euros.</p> <p>Los costos de explotación y mantenimiento son elevados.</p>	<p>Su objetivo es destruir el residuo, quemándolo para producir electricidad.</p> <p>No es una solución sostenible a efectos medioambientales y no se ajusta al modelo de Economía Circular al no recuperarse los residuos</p>	<p>Presenta un alto rechazo social.</p> <p>El tiempo de implementación es largo.</p> <p>Restricciones normativas relacionadas con la</p>

	<p>No permite, o es muy costoso llevar a cabo ampliaciones.</p>	<p>Tiene un fuerte impacto negativo sobre el ODS.</p> <p>Si la tecnología trabaja de manera eficiente, se puede evitar la contaminación atmosférica por compuestos como dioxinas, furanos, material particulado y metales pesados.</p> <p>Se reduce el volumen de los residuos.</p> <p>Se generan gases de combustión y de efecto invernadero.</p> <p>Nunca se consigue un sistema con cero emisiones a la atmósfera.</p> <p>Es posible que se generen residuos líquidos contaminantes producto del tratamiento de los gases.</p>	<p>localización de la tecnología.</p>
--	---	---	---------------------------------------

Objetivo específico: *Comparar la tecnología innovadora propuesta basada en vapor seco con las conocidas actualmente de rellenos sanitarios y Waste to Energy.*

Durante la triangulación de tecnologías, se analizaron las ventajas y desventajas desde los aspectos sociales, económicos y ambientales de cada una de ellas, obteniendo los siguientes aspectos relevantes para la disposición final:

En el relleno sanitario se tratan los residuos sólidos compactándolos y enterrándolos en pozos con capacidad cubicular limitada y cuyos costos de implementación son económicos, pero presenta altos costos en mantenimientos y de ampliaciones para nuevos pozos puesto que su tiempo de implementación es largo; lo que la convierte en una solución insostenible puesto que los territorios seguirán

creciendo en población de personas que seguirán generando residuos y porque a estos pozos se les acaba la vida útil en menos tiempo del proyectado. Adicionalmente presenta rechazo social y político, generando a su vez un alto costo social y ambiental irreversible (contaminación de acuíferos, maltrato del sustrato o manto de la tierra, improductividad, entre otros). Cabe anotar que la implementación de este tipo de solución, tiene un fuerte impacto negativo sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), debido a que prolifera enfermedades provocadas por vectores sanitarios, afectando la salud y el bienestar, contamina la capa atmosférica, afectando la vida de ecosistemas terrestre, contamina los suelos, afectando el fin de la pobreza y hambre cero, genera problemas paisajísticos, además del riesgo de explosión y de derrumbes, dada la producción de gases durante la descomposición de los residuos.

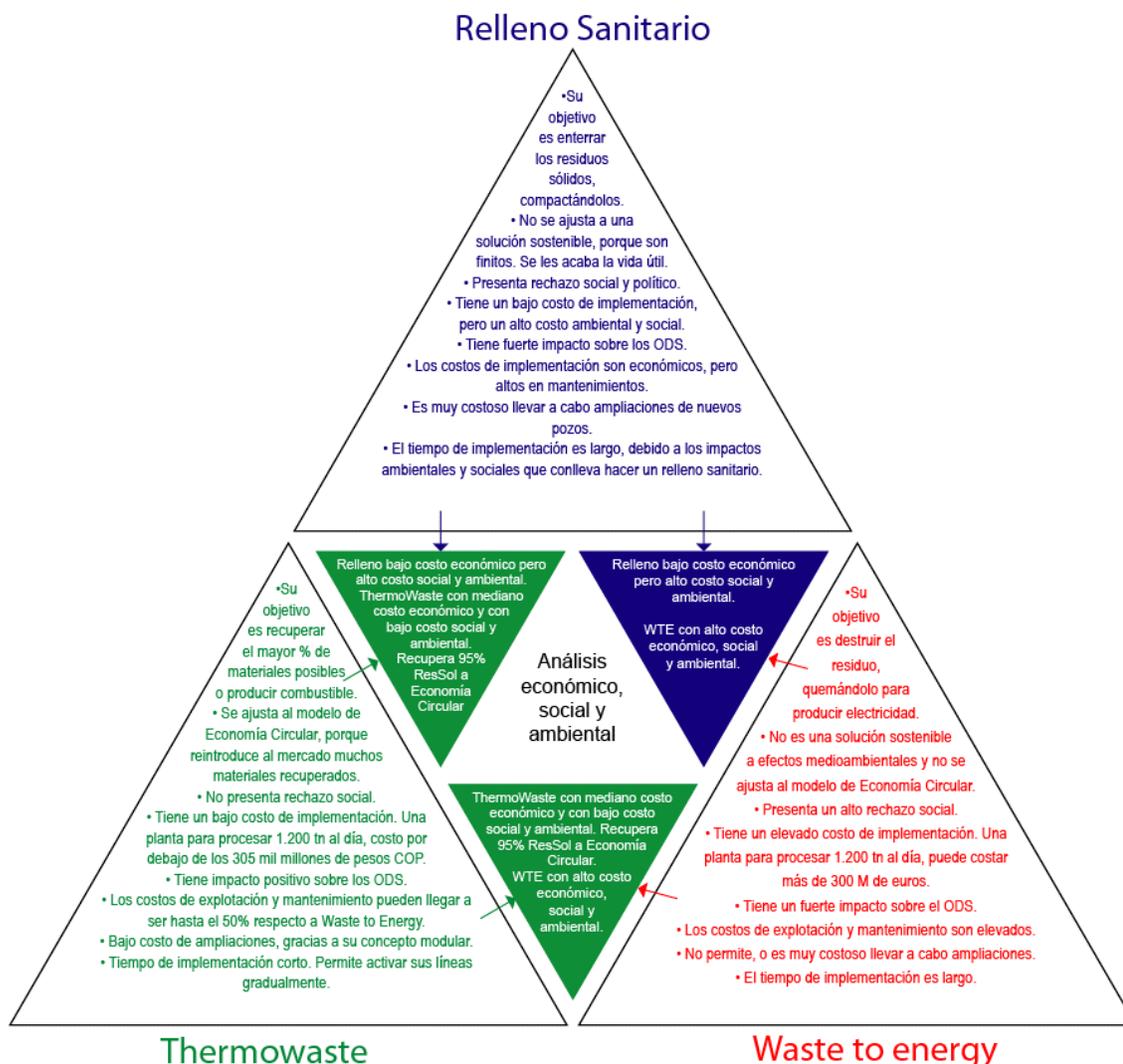
Waste to energy es una tecnología cuyo objetivo es destruir los residuos urbanos, incinerándolos para producir electricidad; presentando un elevado costo de explotación, mantenimiento e implementación, pues una planta para procesar 1.200 toneladas de residuos al día, puede costar más de \$ 1.5 billones de pesos colombianos; a su vez el tiempo de implementación es largo, presenta un alto rechazo social debido a los efectos medioambientales de contaminación que se generan por causa del material particulado producto de la incineración convirtiéndola en una solución insostenible que no se ajusta al modelo de Economía Circular propuesto por las políticas públicas sobre Residuos Urbanos, ya que al ser un proceso que opera a altas temperaturas (entre 400-1000°C) hace que la instalación sea mucho más compleja y se genere a la atmósfera material particulado que terminan contaminando más al ambiente. Por otro lado, esta tecnología no permite llevar a cabo ampliaciones por su elevado costo y adicionalmente, tiene un fuerte impacto negativo sobre los ODS al ser un proceso de degradación térmica que transforma los residuos en combustible sólido o líquido, eliminando los residuos sólidos. La gasificación es la variante que lo transforma en gas de síntesis o se utiliza para producir energía, pero produce gases de efecto invernadero, incluido CO₂. La ceniza que produce incluye cenizas volantes, que contienen toxinas como dióxido de azufre, fluoruro de hidrógeno, óxido de nitrógeno, dióxido de silicio y más. Las cenizas volantes también pueden contener mercurio, arsénico, amoníaco, cadmio, cobalto, plomo y cromo, todos no apropiados para los humanos.

La tecnología propuesta en este estudio, la cual se denomina ThermoWaste (TW), tiene como objetivo recuperar el mayor porcentaje de materiales posibles y/o producir combustible u otras aplicaciones de los diferentes materiales recuperados; tiene un costo medio de implementación ya que una planta TW para procesar 1.200 toneladas al día, puede costar \$ 305 mil millones de pesos colombianos en un tiempo de explotación aproximado de 10 años, ajustándose al modelo de Economía Circular, introduciendo al mercado muchos materiales los cuales al venderse como materias primas recuperadas puede retornar al operador económicamente, disminuyendo el costo inicial de la implementación tecnológica. Los costos de explotación y mantenimiento pueden llegar a ser hasta el 50% respecto a la tecnología de incineración de residuos Waste to Energy; por otro lado, el tiempo de implementación es corto, pues al tratarse de un sistema modular, permite activar sus líneas gradualmente. Es importante aclarar que no presenta rechazo social pues es una tecnología amigable con el ambiente, autosostenible, basada en economía circular y en la higienización de los materiales sin contaminar el ambiente (no genera material particulado, ni contamina acuíferos), impactando positivamente sobre los ODS, debido a que esteriliza el material para poderlo clasificar y utiliza el agua que producen los lixiviados para dicho proceso y utiliza caldera de biomasa para generar su propia energía con filtros que capturan el material particulado, haciendo que se impacten 7 de los objetivos: Energía asequible y no contaminante; Vida de ecosistemas terrestres; Acción por el clima; Producción y consumo responsables; Ciudades y comunidades sostenibles; Industria, innovación e infraestructura.

Con base en el anterior análisis se construye la siguiente triangulación de datos para dar claridad a las ventajas económicas, sociales y ambientales de cada una de las tecnologías propuestas:

Figura 9

Matriz de información y triangulación de datos



De acuerdo al análisis propuesto en la triangulación de tecnologías anterior, se puede observar que al comparar los costos económicos el relleno sanitario, podría ser el de menor valor sin embargo es el que presenta mayor impacto negativo desde lo social y lo ambiental. En esta misma línea, Waste to Energy es una tecnología altamente costosa en implementación y generación de energía, a su vez que presenta impactos negativos en los ámbitos sociales y ambientales. Cabe resaltar que la tecnología propuesta ThermoWaste, es menos costosa que WTE y medianamente superior que el

Relleno Sanitario, impacta positivamente los aspectos sociales y ambientales debido a su autosostenibilidad y enfoque en economía circular.

Objetivo específico: *Proponer una alternativa tecnológica auto sostenible, amigable con el planeta y de alto impacto social.*

Durante la investigación de las diferentes soluciones tecnológicas para la solución del problema frente a los residuos sólidos, se evaluaron varias propuestas de las cuales se vislumbra una nueva opción que presenta mayores beneficios socio ambientales y que es fácilmente de implementar en el territorio de Dosquebradas.

Thermowaste es una tecnología que esteriliza residuos sólidos en grandes cantidades, para transformarlos en materiales con valor o en combustibles. Con ello, se evita el uso indiscriminado de vertederos a cielo abierto o rellenos sanitarios y se resuelve uno de los problemas ambientales más importantes del mundo. Se trata de un sistema modular, que apenas ocupa el espacio de un camión. Son equipos certificados, fáciles de transportar e instalar en cualquier parte del mundo que procesan Residuos Sólidos Urbanos (RSU) directamente y sin clasificación previa; desapareciendo las bolsas de plástico, los envases de cartón, eliminando agentes patógenos, malos olores, líquidos o lixiviados, convirtiéndolos en materiales a la vista y fáciles de clasificar, reduciendo su volumen hasta en un 80%.

Un aspecto a resaltar es que toda la materia orgánica, el papel, el cartón y los complejos de celulosa, se integran en una única fracción de biomasa granular, recuperándola en un 100%; de esta manera ya no será necesario enterrar la materia orgánica en rellenos sanitarios, eliminando así el problema de contaminación de los subsuelos por lixiviados. Después de procesada la materia orgánica, dicha biomasa tiene diferentes aplicaciones como combustible, fabricación de cartón, estructurante para el suelo, fabricación de aislantes acústico/térmicos, madera artificial, fertilizantes, Combustible Sólido Recuperado CSR Premium, entre otros.

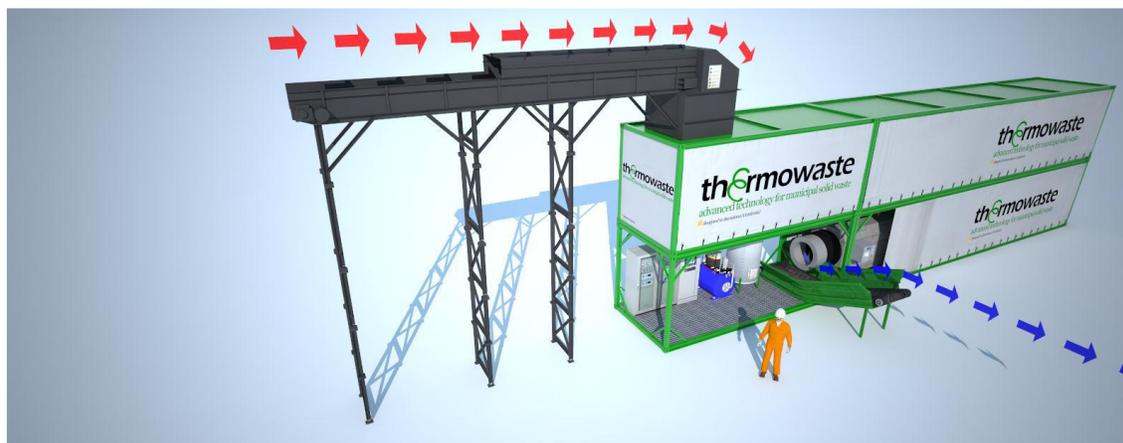
Esta última aplicación CRS, presenta un alto poder calorífico (PCI), bajo nivel de humedad, densidad y morfología, el cual es especialmente indicado para plantas

cementeras, plantas de gasificación, industria cerámica y plantas de generación de electricidad.

Cada equipo TW, puede procesar hasta 125 tn/día de RSU, lo que equivale a una población de 100.000 habitantes. Al ser un sistema modular, se adapta a las necesidades de cada territorio instalando varias líneas en paralelo atendiendo grandes demandas o crecimientos de la población; este concepto de diseño facilita el mantenimiento y aumenta la disponibilidad de instalación.

Figura 10

Foto de tecnología Thermowaste



El sistema esteriliza las basuras con vapor de agua en un proceso continuo de 24 horas, donde trata por 30 minutos las basuras sin emisiones de gases o líquidos para luego clasificarlas y devolverlas a la economía. Luego del proceso todo queda fácil para vender a las empresas recicladoras.

Figura 11

Foto de materiales recuperados



Los resultados son espectaculares, desapareciendo las bolsas de plástico, los envases de cartón, sin agentes patógenos, sin malos olores, sin líquidos o lixiviados, todos los materiales quedan a la vista y fácil de clasificar, se reduce el volumen hasta un 80%, la materia orgánica, el papel, el cartón y los complejos de celulosa se integran en una única fracción de biomasa granular. Al recuperar el 100% de la biomasa, no es necesario enterrar la materia orgánica en vertederos y gracias a ello, se elimina el problema de contaminación de los subsuelos por lixiviados y se puede transformar en la fabricación de cartón, estructurante para el suelo, combustible, fabricación de aislantes acústico/térmicos y madera artificial. Los plásticos se pueden convertir en combustible sólido recuperado (CSR), gracias a su alto poder calorífico interior (PCI), bajo nivel de humedad, densidad y morfología, especialmente indicado para plantas cementeras, plantas de gasificación, industria cerámica y plantas de generación de electricidad.

Los residuos que puede procesar esta innovación tecnológica para la innovación social son residuos sólidos municipales sin clasificación previa; también puede procesar ciertos residuos industriales y residuos hospitalarios. El sistema está preparado para procesar residuos municipales, bolsas de basura, envases de plástico o vidrio, cajas de cartón, animales, entre otros y sin embargo, incorpora un control de gálibo para impedir que ciertos voluminosos, como por ejemplo un sofá o una lavadora, puedan llegar a obstruir las líneas de transporte hasta el reactor. Al transformar los residuos físicamente, adaptan su forma para facilitar la clasificación. Con el proceso de esterilización,

desaparecen todas las bolsas de plástico y embalajes de cartón, que representan un gran impedimento durante la clasificación mecánica o manual. Todos los restos de comida, los desechos de jardinería, el papel, el cartón, los pañales y los envases Tetrapak, se deshacen y se unen en una única fracción de biomasa granular limpia. Los residuos ya procesados con el reactor, ya no huelen, no son pegajosos, no incorporan agentes patógenos, no dan asco y han reducido su volumen hasta un 80%, es decir, se introduce una tonelada de residuos, se obtiene al final del proceso una tonelada de materiales limpios, pero que pueden llegar a ocupar menos volumen; esto permite simplificar y reducir la inversión en la planta de clasificación. La solución Thermowaste es un proceso completamente automatizado, con el objeto de minimizar el error del factor humano y evitar la manipulación manual del residuo. En este sentido, las plantas emplean a poco personal y su dedicación principal se destina a la supervisión y mantenimiento de las instalaciones; ahora bien, en aquellos países como Colombia donde la mano de obra es muy económica, existe la posibilidad de clasificar los materiales de forma manual y no automática. Con esta alternativa se reduce la inversión en maquinaria. Con el proceso Thermowaste, gracias a que los residuos se esterilizan y se eliminan los envases que dificultan la manipulación, el proceso de clasificación manual es higiénico y muy efectivo. Los reactores son equipos estancos que trabajan sin producir emisiones. Las únicas emisiones que podrían asociarse al proceso, son las de los equipos encargados de producir el calor para los reactores. Pero si se emplean parte de la biomasa obtenida en el proceso como combustible renovable, el sistema se convierte en autosuficiente. Las emisiones serían las propias de una caldera de biomasa, dando cumplimiento a las normativas existentes.

El proceso requiere calor, electricidad y agua. Dependiendo del país y de la disponibilidad de recursos de la zona, estos recursos pueden ser externos o internos. Son internos cuando el propio sistema los obtiene la misma basura que procesa. El sistema puede generar la electricidad y el calor que requiere para el proceso, consumiendo una parte de la biomasa que obtiene de los residuos a forma de combustible renovable. También puede obtener el agua de los propios residuos, con lo cual, la instalación puede ser totalmente autosuficiente. La base de la denominada economía circular es el aprovechamiento de los materiales que componen la basura y

por tanto, la minimización de la extracción de recursos naturales. La solución Thermowaste es sin lugar a duda, la que permite reaprovechar más materiales de la basura, empleando el menor número de recursos.

Después de la clasificación se pueden obtener las siguientes fracciones: Biomasa granular (granulometría inferior a 15 mm y bajo nivel de impropios); Combustible Sólido Recuperado (CSR) de alta calidad (el doble de densidad que los CSR convencionales y sin plásticos clorados); Plásticos en sus distintas composiciones o colores; Metales férricos y no férricos por separado: Inertes (arena a partir de vidrio, piedras y huesos). Y algunas aplicaciones a partir de la biomasa granular, la generación de combustible para calderas de biomasa, material orgánico para digestores anaeróbicos, estructurante y abono para el suelo, fabricación de papel y cartón, aislante térmico y acústico, producción de etanol, fabricación de ladrillos de bajo peso. Otros proyectos en los que se está trabajando son por ejemplo la fabricación de losas de cerámica con efecto rústico, extracción de compuestos químicos de alto valor añadido.

Capítulo 5

Conclusiones y recomendaciones

El Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos como hoja de ruta para el aprovechamiento de las basuras, es un documento técnico extenso y actualizado por un tercero en cada cambio de gobierno (4 años), generalmente no plantea objetivos ambiciosos con respecto a la disminución de residuos enviados a relleno sanitario, al aumento de su aprovechamiento, a las estrategias de inclusión de los recicladores de oficio, o a la inversión en nuevas tecnologías desafiantes frente a lo tradicional, tal como es el caso de Dosquebradas, en el cual se afirma que el 44% de los residuos son “no aprovechables”, sin embargo, en esta investigación se plantea que con nuevas tecnologías de esterilización a gran escala, el aprovechamiento puede llegar a ser hasta de un 95% de todo el material captado en los residuos urbanos.

Por otro lado, el Plan de Desarrollo del municipio, no contiene un apartado específico para la sostenibilidad ambiental y social del tratamiento de los residuos sólidos, vislumbrando la falta de interés del gobierno por uno de las mayores problemáticas de Dosquebradas y evidenciando la incoherencia en el propósito de las políticas públicas de garantizar el bienestar de los ciudadanos quienes, en términos generales, son excluidos del proceso de construcción de tales políticas o participan sin ser escuchados, que para este caso en particular estaríamos hablando del modelo clásico top down “arriba hacia abajo”, centralizado, partiendo de lo que dice la administración pública y no desde lo que dice la ciudadanía; caso contrario a lo que plantea la innovación social desde una mirada de bottom up “abajo hacia arriba” admitiendo las ideas ciudadanas implementadas paso a paso y entendiendo que las políticas públicas están más cerca de dar soluciones cuando es identificada por sus afectados permitiendo a su vez, la participación ciudadana para la construcción de éstas.

Pese a que en el documento Conpes se afirme que para el 2030 tendremos emergencia sanitaria en la mayoría de las ciudades y que en esta visión de orden nacional y las políticas públicas departamentales y municipales tengan claras las problemáticas de crecimiento de territorios que son directamente proporcionales al tema

del crecimiento de residuos sólidos, a la escasez de materias primas y al bajo aprovechamiento del material recuperable (que solo se logra entre un 15% y un 17% por los recicladores) no es consecuente con el propósito de la economía circular y los temas que se plantean en ella, ya que favorecen la búsqueda de nuevos rellenos sanitarios en los diferentes territorios (lo cual va en contra del desarrollo sostenible, la mitigación del cambio climático y favorece la economía lineal) y no en la recuperación de todos los materiales, lo cual se podría transformar eficientemente adquiriendo nuevas tecnologías que cumplan a su vez con el propósito del desarrollo de políticas ambientales y sociales. Por otro lado, estas políticas apuntan a la educación de los ciudadanos y empresarios lo cual no se alcanza a cumplir ya que la inversión per cápita es muy pequeña para grandes poblaciones e implica mayor inversión en el tiempo; adicionalmente los proyectos propuestos en la actualidad para el aprovechamiento de los residuos sólidos son de altos costos técnicos, pero lo que hay es un alto costo por el desconocimiento de los políticos de otras alternativas más amigables desde una perspectiva ambiental y social; dicho desconocimiento hace que se comentan errores que conllevan a implementar nuevas tecnologías más costosas puesto que se basan en lo planteado por empresarios que buscan el beneficio particular y no el beneficio colectivo para un territorio y sus habitantes, como es el caso de los intrínquilos políticos que existen detrás de negocio de las basuras en Colombia y Latinoamérica (que no es el caso de este estudio).

Según la caracterización de los residuos sólidos en el municipio de Dosquebradas, el 51,8% de los residuos que son depositados en relleno sanitario, corresponde a residuos de comida y jardín; éstos pueden aprovecharse en acciones para la agricultura y piscicultura transformándolos en abonos o alimentos para animales, teniendo en cuenta que el municipio es mayormente rural; actualmente esta acción de transformación es de alto costo y requiere de un proceso de separación en la fuente que a su vez necesita de inversión en educación al ciudadano y cuyo presupuesto por habitante (quienes desconocen los servicios conexos por los cuales paga en su factura de aseo) es demasiado bajo en el municipio. Por otro lado, los materiales que no son recuperados por los recicladores ya que presentan contaminación por otros residuos, tienen la opción de ser retornados a la economía a través de la esterilización de dichos materiales con la introducción de nuevas tecnologías especializadas en estos procesos. Adicionalmente,

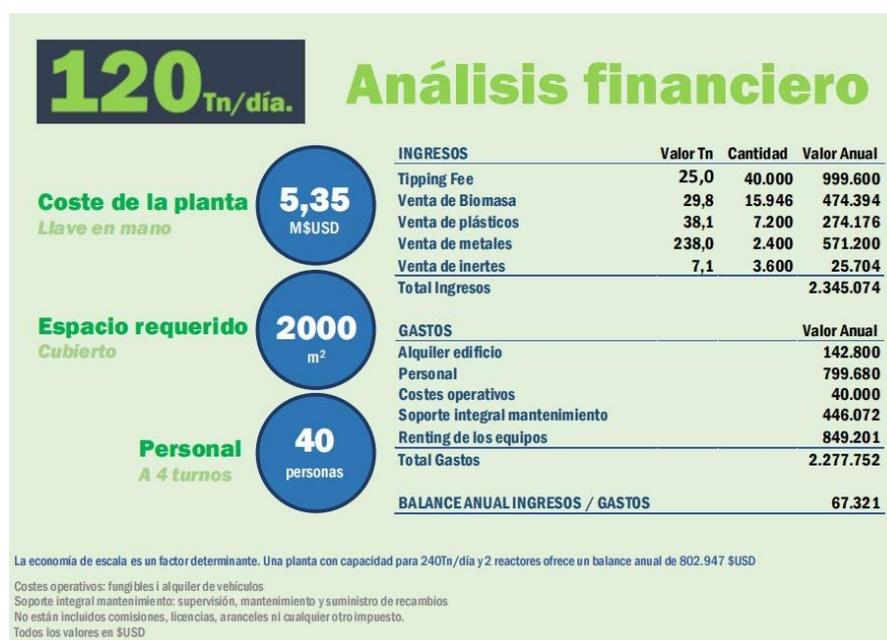
se pueden beneficiar los recicladores de oficio al otorgarles otras oportunidades enfocadas en la estabilidad económica, la transformación de entornos sociales y la dignificación del conocimiento específico en residuos aprovechables y no solo como sujetos de aplicación de la norma o decreto establecido para la formalización de su labor.

Al comparar las tecnologías existentes con la innovación tecnológica propuesta se deduce que el relleno sanitario es más económico en el ahora pero con un alto costo a futuro tanto económico como social y ambiental, generando alto rechazo social y político, debido a que ningún municipio desea tener en su territorio el relleno sanitario para la región; lo anterior sumado a la insostenibilidad en el tiempo ya que los pozos de relleno son finitos, altamente contaminantes y favorecen la economía lineal dando fin a los materiales que podrían ser reutilizados como materias primas. Por otro lado la tecnología Waste to energy incinera los residuos urbanos justificando la acción de eliminación de los materiales para producir electricidad en un país con alto potencial hidráulico para producir dicha energía; dicha tecnología requiere de un elevado costo de explotación, mantenimiento e implementación, presentando alto rechazo social debido a los efectos medioambientales de contaminación por el material particulado que genera, convirtiéndola en una solución insostenible que no se ajusta al modelo de Economía Circular propuesto por las políticas públicas sobre residuos urbanos. En contraste, la tecnología para la innovación social propuesta en este estudio, denominada ThermoWaste (TW), recupera el mayor porcentaje de materiales posibles, cuyos productos pueden transformarse en combustible, o en materiales derivados del plástico, cartón, Tetra Pack, entre otros y convirtiendo las materias orgánicas como residuos de comida y jardín en biomasa que permite otras aplicaciones; todo lo anterior genera otros ingresos para el autosostenimiento de la planta TW; éste tiene un costo medio de implementación y se ajusta al modelo de Economía Circular, introduciendo al mercado muchos materiales como materias primas recuperadas, y cuyos costos de explotación y mantenimiento pueden llegar a ser hasta el 50% respecto a la tecnología de incineración de residuos Waste to Energy; no presenta rechazo social pues es una tecnología amigable con el ambiente, autosostenible, basada en economía circular y en la higienización de los materiales sin contaminar el ambiente (no genera material particulado, ni contamina acuíferos), impactando positivamente los ODS, así mismo su

forma de implementación modular hace que sea instalado fácilmente en cualquier lugar, sin impactar negativamente a la población y su entorno. Todo lo expuesto anteriormente se puede evidenciar en la Figura 12 llamada Proyección Económica Planta Prototipo.

Figura 12

Proyección Económica Planta Prototipo



En términos generales y a manera de recomendaciones, la innovación tecnológica para la innovación social más factible desde los aspectos económicos, sociales y ambientales para el municipio de Dosquebradas (quien debe apoyarse en otros municipios como es el caso de Pereira para la disposición final de sus basuras) es la tecnología TW que esteriliza los residuos sólidos en grandes cantidades reduciendo su volumen en un 80% y que disminuye ostensiblemente la utilización del relleno sanitario para la disposición de residuos sólidos, así mismo impactando positivamente los siguientes objetivos de desarrollo sostenible: Energía asequible y no contaminante; Industria, innovación e infraestructura; Ciudades y comunidades sostenibles; Producción y consumo responsables; Acción por el clima y Vida de ecosistemas terrestres. Tales objetivos se pueden llegar a cumplir al 2030, como lo plantea la agenda de Naciones Unidas siempre y cuando se tomen las medidas respectivas desde una mirada de “abajo hacia arriba”.

Las políticas públicas deben enfocarse en la transformación social y humana de los territorios, a partir de la implementación de nuevas tecnologías o innovaciones en las cuales se puedan desarrollar diferentes vigilancias tecnológicas para evaluar y buscar financiación a través de los mecanismos dispuestos para ello (como lo son Sistema General de Regalías, proyectos de bonos verdes, proyectos con el Banco Interamericano de Desarrollo, Banco Mundial, entre otros) para facilitar así la aprobación de innovaciones sociales disruptivas que beneficien realmente a los ciudadanos y ciudadanas de los diferentes territorios, impactando positivamente el ambiente, la sociedad y la salud de sus habitantes. Adicionalmente, se debe trabajar directamente con las poblaciones afectadas en donde existen actualmente los rellenos sanitarios, para sensibilizarlos a partir de nuevas formas de aprovechar los materiales que se pueden obtener a partir de las basuras y generar proyectos de sostenibilidad económica para los recicladores de oficio. A las administraciones actuales, se les puede exigir desde la sociedad civil organizada una revisión concienzuda de la política pública nacional Conpes y los diferentes decretos municipales y ordenanzas departamentales con el objetivo de ser coherentes en la construcción de los lineamientos para la disposición final de residuos sólidos municipales, para la sostenibilidad ambiental y para el desarrollo, crecimiento y sostenibilidad de los territorios a partir de políticas orientadas al bienestar comunitario.

Como crítica al actual modelo de disposición final en Colombia, cabe decir que lastimosamente la política pública nacional favorece aún el desarrollo de la economía lineal, generando diferentes productos para el consumo llevándolos a rellenos sanitarios (algunos inviables e insalubres) para favorecer a ciertos sectores económicos que han crecido su patrimonio y sus tentáculos de poder adquisitivo para seguir escondiendo o enterrando las basuras, sin lograr aprovechar el material que como meta, se ha puesto el gobierno y los diferentes municipios en Colombia. Así mismo, con base en la investigación realizada, se puede observar con preocupación la falta de interés de los diferentes burgomaestres de los municipios o departamentos al no implementar metas o indicadores más ambiciosos y que al llevarles diferentes opciones o alternativas tecnológicas, las respuestas negativas se basan en que “no hay presupuesto”, lo que denota falta de gestión y poca visión para realizar proyectos detonantes de desarrollo en

los diferentes departamentos de Colombia, impactando no solamente uno o dos municipios, sino impactos regionales.

Referencias

1. Dosquebradas, S. de D. E. del M. de. (2015). Actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos (PGIRS) 2017-2027. 1–202.
2. Naciones Unidas. (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
3. Sáenz, M. A., & Vélez, D. N. (2016). Evaluación administrativa de la gestión integral de residuos sólidos en el municipio de Pereira, a partir de la planeación estratégica situacional. caso de estudio: Empresa de Aseo de Pereira S.A E.S.P. 69. <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/6296/363728S127.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
4. DNP, D. de P. N. C. (2016). Política Nacional Para la Gestión de Residuos Sólidos CONPES 3874. Documento CONPES 3874, 1–73, 73. http://www.andi.com.co/Ambiental/SiteAssets/Paginas/default/CONPES_3874.pdf
5. Zapata Muriel, F. A. (2016). Laudato sí... una bioética por el cuidado de la casa común: una mediación entre la ecología y la ecoteología. *Producción + Limpia*, 11(2), 87–101. <https://doi.org/10.22507/pml.v11n2a8>
6. Banco Mundial. (2018). Los desechos: un análisis actualizado del futuro de la gestión de los desechos sólidos. <https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management>

7. Segura, Á., Rojas, L., & Pulido, Y. (2020). Referentes mundiales en sistemas de gestión de residuos sólidos. *Revista Espacios*, 41(17), 1–9. <http://es.revistaespacios.com/a20v41n17/a20v41n17p22.pdf>
8. Viceministerio de Aguas y Saneamiento Básico (2020). Tratamiento y disposición final. <https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-agua-y-saneamiento-basico/gestion-institucional/gestion-de-residuos-solidos/tratamiento-y-disposicion-final>
9. Departamento Nacional de Planeación. (2016). Rellenos sanitarios de 321 municipios colapsarán en cinco años, advierte el DNP. <https://www.dnp.gov.co/Paginas/Rellenos-sanitarios-de-321-municipios-colapsarán-en-cinco-años,-advierte-el-DNP--.aspx>
10. Geoff Mulgan, with Simon Tucker, Rushanara Ali and, & Ben Sanders. (2008). Social innovation What it is, Why it matters and how it can be accelerated. In *Biological Control* (Vol. 44, Issue 2). <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2007.10.015>
11. Deiglmeier, K., Miller, D. T., & Phills, J. (2008). Rediscovering social innovation. *Stanford Social Innovation Review*, Fall, 34–43. <http://www.sdgrantmakers.org/members/downloads/PhillsSanDiego-SocialInnovation.pdf>
12. Robin Murray, Julie Caulier-Grice, & Geoff Mulgan. (2010). THE OPEN BOOK OF INNOVATION. SOCIAL INNOVATOR SERIES: WAYS TO DESIGN, DEVELOP AND GROW SOCIAL INNOVATION, 1–224.
13. Luna García, Á., & Unceta Satrustegi, A. (2017). De la Innovación Social a la Innovación Pública: un marco para la reflexión en la reforma de las políticas públicas. *Revista Española Del Tercer Sector*, 36(Humanidades, ciencias Sociales

y Jurídicas), 123–138. [http://www.plataformatercersector.es/sites/default/files/N36RETS Innovaci3n social.pdf#page=123](http://www.plataformatercersector.es/sites/default/files/N36RETS%20Innovaci3n%20social.pdf#page=123)

14. GARCÍA-FLORES, V. & PALMA, L. (2019): “Innovaci3n social: Factores claves para su desarrollo en los territorios”, CIRIEC-España, Revista de Economía P3blica, Social y Cooperativa, 97, 245-278.
15. DJELLAL, F. & GALLOUJ, F. (2012): “Social innovation and service innovation. In Challenge social innovation”. En: Franz, H.W., Hochgerner, J. & Howaldt, J. (Eds), Challenge social innovation: potentials for business, social entrepreneurship, welfare and civil society, Springer Science & Business Media, 119-137, DOI: 10.1007/978-3-642-32879-4_8.
16. MÉNDEZ, R. (2002): Innovaci3n y desarrollo territorial: algunos debates te3ricos recientes. *Eure* (Santiago), 28(84), 63-83, DOI: 10.4067/s0250-71612002008400004.
17. Quijano Triana, M. P. (2021). Problematizar los conceptos para comprender la dimensi3n social del territorio. 11.
18. L3pez, J. (2003). Teorías y Enfoques del Desarrollo Territorial. 235. <http://www.esap.edu.co/portal/wp-content/uploads/2017/10/5-Teorias-Enfoques-del-Desarrollo-Territorial.pdf>
19. Rodr3guez, D. (2010). Territorio y territorialidad Nueva categoría de an3lisis y desarrollo did3ctico de la Geografía. *Unipluriversidad*, 10(3), 12. <http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/unip/article/viewFile/9582/8822>
20. Mutz, D., Hengevoss, D., Hugi, C., & Gross, T. (2017). Opciones para el aprovechamiento energ3tico de residuos en la gesti3n de residuos s3lidos

urbanos. Guía para los Responsables de la Toma de Decisiones en Países en vías de Desarrollo y Emergentes. Giz, 60. <https://www.4echile.cl/4echile/wp-content/uploads/2018/02/Guia-GIZ-2017-WasteToEnergy-SP.pdf>

21. Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la Investigación: Las rutas de la investigación. In Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/SampieriLasRutas.pdf
22. Hurtado, J., & Martins; Feliberto. (2000). Metodología De Investigación Holística. In Fundación Sypal (p. 666). <https://ayudacontextos.files.wordpress.com/2018/04/jacqueline-hurtado-de-barrera-metodologia-de-investigacion-holistica.pdf>
23. Ragin, C.C., & de S. R. (2007). La construcción de la investigación social Introducción a los métodos y su diversidad. 1–156.
24. Jaillier Castrillón, É. (2020). Elementos claves para la investigación social. In Elementos claves para la investigación social. <https://doi.org/10.18566/978-958-764-808-9>
25. Érika Jaillier Castrillón. (2021). Tipos y enfoques de investigación. <https://view.genial.ly/6140a7bf03ef520d8bd78002>
26. Jaillier – Castrillón, E. (2020). TABLAS DE OPERACIONALIZACIÓN DE CATEGORÍAS Y VARIABLES. Universidad Pontificia Bolivariana.
27. Sistema de Bibliotecas UPB. (2020). Estilo APA para la presentación de trabajos escritos. Universidad Pontificia Bolivariana.

28. Julián Pérez Porto y Ana Gardey. Publicado: 2018. Actualizado: 2021.
Definicion.de: Definición de impacto social (<https://definicion.de/impacto-social/>)