

***Viabilidad económica de una planta de tratamiento de residuos sólidos
orgánicos en la localidad de Tunjuelito de la ciudad de Bogotá***

Presentado por

Neife Y. Pulido y Luis E. Del Campo

Asesora

Profesora Silvana D. Forero

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD.

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente – ECAPMA

Ingeniería Ambiental

Bogotá - Cundinamarca

Septiembre de 2021

Viabilidad económica de una planta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos en la localidad de Tunjuelito de la ciudad de Bogotá

Presentado por

Neife Y. Pulido y Luis E. Del Campo

Asesora

Profesora Silvana D. Forero

Ingeniera de Mercados, Magister en Publicidad Integrada, Maestría en Gestión y evaluación proyectos de inversión.

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD.

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente – ECAPMA

Ingeniería Ambiental

Bogotá - Cundinamarca

Septiembre de 2021

Resumen

En la localidad de Tunjuelito, el inadecuado manejo de residuos sólidos orgánicos -RSO generados por comercios, residencias, plazas de mercado, etc, producen aproximadamente 110,07 Toneladas/día (Secretaría de Habilidad, 2021. p. 139), deteriorando estéticamente la localidad, manifestando insalubridad, proliferando vectores transmisores de enfermedades, olores ofensivos e infecciosos, contaminación visual e hídrica en rondas del humedal “El Tunjo” y los afluentes al río Tunjuelito; “Caño San Carlos”, Caños de aguas lluvias en Nuevo Muzú y “Caño de Isla del Sol”, debido al caudal de lixiviación de los RSO de 37.34 L/s/año (Cristancho. D, 2013. P.59), impactando negativamente las aguas subterráneas, superficiales de la localidad, del Relleno Sanitario Doña Juana-RSDJ y toda Bogotá, debido al ciclo del agua.

Para mitigar esta problemática existen estrategias, como lo son; los agentes generadores implementen lombri-composteras en los barrios o que la planta de tratamiento de RSO en el RSDJ incluya los RSO de la localidad Tunjuelito y que la misma localidad tenga su propia planta de tratamiento de RSO.

Este trabajo opta por la planta de tratamiento de RSO en la Localidad Tunjuelito, ya que minimizaría la emisión de gases efecto invernadero al evitar desplazamientos de RSO al RSDJ. Así mismo se pretende cumplir el objetivo “*Proponer alternativas técnicas y de gestión para contribuir a solucionar problemas ambientales y sanitarios en las diferentes regiones que integran el país*” según la línea de investigación de la UNAD en “*Gestión y Manejo Ambiental*” del programa de Ingeniería Ambiental. (ECAPMA, 2018, p.8). Este proyecto aplicado pretende ser base de información para otros trabajos de investigación.

Summary

In the town of Tunjuelito inadequate handling of organic solid waste - OSW generated by shops, residences, market places, etc., they produce approximately 110.07 tons/day (Secretary of Habitat, 2021) They are aesthetically deteriorating the town, and manifesting unhealthy, proliferating vectors transmitting diseases, offensive and infectious odors, visual and water contamination in humidity rounds " El Tunjo" and tributaries to Tunjuelito River, "Cano San Carlos". rainwater canals in Nuevo Muzú "Cano de Isla del Sol" due to the OSW leaching flow of 37.34 l/s/year (Cristancho D 2013.p.59). Negatively impacting the surface groundwater of Dona Juana -RSDJ- sanitary landfill location and all of Bogotá city due to the cycle of water.

To mitigate this problem, there are strategies such as generators that implement worm-compost in the neighborhoods or that the OSW treatment plant in the RSDJ includes the OSW of the Tunjuelito town and the town has its own wastewater plant . OSW waste treatment. This work supports the OSW treatment plant. in the Tunjuelito locality since it would minimize the emission of greenhouse gases by avoiding the displacement of OSW to the RSDJ.

Likewise, it is intended to fulfill the objective " to propose technical and management alternatives to contribute to solving environmental and health problems in the different regions that make up the country" according to the research line of the UNAD in "environmental management" of the Engineering program.environment. (ECAPMA, 2018, p.8). This applied project aims to be an information base for other research works.

Palabras clave: Economía Circular, Fermentación Anaeróbica, Mosca Soldado Negra, Planta de Tratamiento, Residuos Sólidos Orgánicos, Tunjuelito, Viabilidad Económica.

Tabla de Contenido

Resumen.....	3
Summary.....	4
Listado de tablas	8
Listado de Ilustraciones.....	10
Prólogo	11
Introducción	11
Planteamiento del Problema.....	14
Justificación	17
Antecedentes	20
Alcance.....	24
Objetivo General	24
Objetivos Específicos.....	24
Marcos de Referencia	25
Marco Teórico	25
Situación actual del manejo de residuos aprovechables en la Localidad de Tunjuelito.....	25
Residuo Sólido Orgánicos – RSO	26
Marco Conceptual	28
Planta de tratamiento	28
Mosca Soldado-Negra.....	30
Biodigestión o Fermentación Anaeróbica	32
Viabilidad Económica	36
Economía Circular	41
Marco Legal	42
Identificación de Partes Interesadas	49
Marco Geográfico	55
Selección de Alternativas	60
Metodología	60
Estudio de mercado.....	62
Evaluación Tecnológica de manejo de RSO.....	72
Cálculos para área de recepción de los RSO en la planta de tratamiento. .	78
Análisis económico.....	81
Físicos.....	81

Proceso Integral de compostaje	87
Compostador Industrial	87
Costos Operativos	96
Evaluación Económica y financiera	109
Presupuesto de costos	110
Estados financieros proyectados	114
Análisis de riesgo y de sensibilidad	122
Articulación interinstitucional (empresas privadas, fundaciones, ONG´s, empresas públicas, instituciones)	125
Estudio Social, Ambiental	129
Correspondencia entre los objetivos y las conclusiones	132
Estudio financiero del proyecto	144
Recomendaciones	150
Bibliografía	151
Anexos	169

Listado de tablas

Tabla 1. Casos relacionados con plantas de tratamiento de RSO.	20
Tabla 2. Fases de la fermentación Anaeróbica.	32
Tabla 3. Descripción de los procesos que ocurren durante el tiempo de retención.	32
Tabla 4. Referencia Normativa	42
Tabla 5. Participes internos y/o externos del proyecto	49
Tabla 6. Uso del suelo Urbano de Tunjuelito.	55
Tabla 7. Características geográficas de la Localidad de Tunjuelito.	56
Tabla 8. Caracterización de los residuos:	58
Tabla 9. Fracción biodegradable de la masa de residuos degradables	59
Tabla 10. Distribución Porcentual de la composición de los RSO por estrato y uso comercial.....	59
Tabla 11. Dosis de composta. Agro formuladora Delta.	63
Tabla 12. Coeficientes de variación estimado por departamentos.	65
Tabla 13. Participación de los fertilizantes en el Costo Total de producción (2008).....	69
Tabla 14. Las características del carro compactador	78
Tabla 15. Ficha Técnica Balanza Electrónica Camioneras.	82
Tabla 16. Ficha técnica Minicargador.	83
Tabla 17. Ficha Técnica Mesa Vibratoria de selección.....	85
Tabla 18. Ficha Técnica Tolva transportadora.	86
Tabla 19. Ficha Técnica de Compostador Industrial BiocompTM5 CM*	88
Tabla 20. Ficha Técnica de Biofiltros.....	89
Tabla 21. Características montacarga.	91
Tabla 22. Costos por recurso físico identificado.	96
Tabla 23. Tabla costes de maquinaria	96
Tabla 24. Tabla costo de equipos	97
Tabla 25. Costo de mobiliario y equipo de oficina	97
Tabla 26. Equipos para laboratorio de calidad	98
Tabla 27. Equipos de protección	98
Tabla 28. Carteles de señalización	99
Tabla 29. Permisos.....	100
Tabla 30. Costo de hilos.....	100
Tabla 31. Lonas hechas de polipropileno	100
Tabla 32. Sueldo mano de obra directa operarios	101
Tabla 33. Mano de obra administrativa.....	101
Tabla 34. Tabla costo anual de agua	102
Tabla 35. Tabla costo anual de electricidad por equipos área de administración.....	102
Tabla 36. Kw/h consumidos por la maquinaria de producción.....	102
Tabla 37. Costo anual de electricidad por áreas.	103
Tabla 38. Tabla gastos oficina.....	103
Tabla 39. Tabla edificio y construcciones.....	104

Tabla 40. Costo de edificios y construcciones	104
Tabla 41. Instalaciones eléctricas y sanitarias	107
Tabla 42. Capacidad de la planta	108
Tabla 43. Ventas anuales	109
Tabla 44. Costos de producción	110
Tabla 45. Costos variables.	111
Tabla 46. Puntos de equilibrio económicos dinámicos	112
Tabla 47. Depreciación de activos fijos.....	113
Tabla 48. Amortización	114
Tabla 49. Flujo de caja totalmente neto.	114
Tabla 50. Inversión	116
Tabla 51. Indicadores Financieros.	117
Tabla 52. Datos necesarios para cálculo de relación costo beneficio	118
Tabla 53. Recuperación de la inversión	119
Tabla 54. Nivel de probabilidad 0 a 5000.000.000.....	122
Tabla 55. Nivel de probabilidad de obtener VNA de de 217.488.629	122
Tabla 56. Nivel de probabilidad cubrir los costos fijos	123
Tabla 57. Nivel de probabilidad cubrir los costos variables.....	123
Tabla 58. Nivel de probabilidad cubrir los costos totales	124
Tabla 59. Derecho de Petición a la Subdirección de Aprovechamiento de la UAESP.	125
Tabla 60. Solicitud adicional por medio de Derecho de petición a la Subdirección de Aprovechamiento de la UAESP.....	127
Tabla 61. <i>Desventajas de las tecnologías evaluadas</i>	138
Tabla 62. <i>Características analizadas para identificar agente generador</i>	140
Tabla 63. Comparativo de cantidad de RSO tratados por los antecesores.....	141
Tabla 64. <i>Costos de producción</i>	144
Tabla 65. Indicadores financieros.	146

Listado de Ilustraciones

Ilustración 1. Árbol de problema.....	15
Ilustración 2. Imágenes de mosca soldado-negra y su fase larvaria	31
Ilustración 3. Componentes de la economía circular.....	41
Ilustración 4. Localidades de Bogotá.....	55
Ilustración 5. Síntesis grafica de la metodología.....	61
Ilustración 6. Toneladas de cultivos orgánicos.....	64
Ilustración 7. Producción por grupo de cultivos.....	64
Ilustración 8. Cultivos orgánicos en Hectáreas a nivel mundial.....	70
Ilustración 9. Etapas del proceso en planta de tratamiento de RSO seleccionada.....	72
Ilustración 10. Producción de residuos orgánicos en Bogotá (ton/día)	74
Ilustración 11. Balanza Electrónica Camioneras.....	82
Ilustración 12. Minicargador.....	83
Ilustración 13. Cinta transportadora elevadora.....	84
Ilustración 14. Mesa Vibratoria de selección.....	85
Ilustración 15. Tolva Transportadora.....	86
Ilustración 16. Compostador Industrial BiocompTM5 CM	88
Ilustración 17. Palets	89
Ilustración 18. Gato estibador.....	90
Ilustración 19. Balanza de plataforma.....	90
Ilustración 20. Cosedora de Sacos	91
Ilustración 21. Montacargas	91
Ilustración 22. Organigrama	93
Ilustración 23. Esquema de la Planta de Tratamiento de manejo de residuos sólidos orgánicos en la localidad de Tunjuelito.....	169

Prólogo

Introducción

A nivel mundial los efectos que genera la inadecuada disposición final de los RSO se incrementan de manera exponencial por el crecimiento poblacional y económico, así como la incapacidad de no cambiar hábitos de consumo y de disposición final de los residuos generados. En las últimas décadas se ha intensificado desmedidamente las concentraciones de contaminación al medio ambiente, por lo que esto fue planteado a los países más desarrollados e industrializados y de mayor desarrollo económico, obligándolos a implementar medidas sanitarias que mitiguen de manera eficiente los problemas de contaminación del medio ambiente y los daños generados a la salud de las personas que interactúan con ellos.

El problema sanitario por la mala disposición incide en el riesgo epidemiológico que representa la acumulación y vertimiento incontrolado de RSO donde se incluyen excrementos, tienen características de inflamabilidad, por su contenido pueden favorecer o causar fácilmente un incendio; proliferación de moscas, roedores, bacterias y otros animales y microorganismos causantes de enfermedad. (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, 2014). La producción de este tipo de residuos sólidos domésticos es una variable que depende básicamente del tamaño de la población y de sus características socioeconómicas influyendo marcadamente el nivel de vida de la población, la época del año y las características del lugar.

A nivel Nacional el modelo económico de producción y consumo lineal (las materias primas son manufacturadas, vendidas, utilizadas y desechadas como residuo) ocasionan la disposición de estos residuos en rellenos sanitarios, donde

aproximadamente el 50% son RSO. Este modelo económico muestra problemas asociados a la escasez de materias primas para la manufactura y la creciente demanda de suelos necesarios para la disposición final (Departamento Nacional de Planeación, 2016).

Este tipo de disposición final genera elevados niveles de gases efecto invernadero y teniendo en cuenta la Contribución Nacional Determinada – INDC para aportar al cumplimiento de la meta mundial de evitar el aumento de la temperatura promedio global por encima de 2°C pactada en la “Conferencia de las Partes” de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático – COP 21, realizada en Paris, Francia en 2015 y que empezó a regir en 2020, Colombia se comprometió a:

Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero del país 20% con relación a las emisiones proyectadas a 2030.

Aumentar la resiliencia y la capacidad adaptativa del país, a través de 10 acciones sectoriales y territoriales priorizadas a 2030.

Fomentar el intercambio de conocimiento, tecnología y financiamiento para acelerar las contribuciones planteadas en materia de adaptación y mitigación de gases de efecto invernadero. (Ministerio de Ambiente, fundación Natura y WWF, 2015)

Teniendo en cuenta los compromisos internacionales, la normatividad nacional hace un esfuerzo por lograr pasar de la economía lineal a economía circular. Planes de manejo de Residuos Sólidos y demás normas concordantes, son necesarias para cambiar la forma de darle disposición final a los RSO en el país; mejorar las prácticas de consumo y así minimizar los efectos perjudiciales sobre el medio ambiente natural y

antrópico (Creado por el ser humano).

El impacto ambiental de la inadecuada disposición final de los RSO ha captado la atención del Gobierno a nivel Nacional, Departamental y Local, razón por lo cual se pretende diseñar una planta de tratamiento para su adecuado manejo, minimizando los impactos ambientales causados por el uso del RSDJ, realizando un análisis de viabilidad económica para su implementación en la Localidad de Tunjuelito.

El presente documento contiene varios análisis, dentro de los cuales están los antecedentes, que reúnen experiencias realizadas en la ciudad de Bogotá y el País en cuanto el adecuado manejo de los RSO; la situación actual del manejo de residuos aprovechables en la localidad de Tunjuelito, beneficios del manejo de RSO en la localidad, identificando las normas a las cuales se debe dar cumplimiento; identificación de las partes interesadas en el proyecto aplicado. Se realizó un repaso bibliográfico del manejo de RSO en este territorio, desde el punto de vista: técnico, económico y administrativo con el objetivo de generar un impacto positivo a nivel social, ambiental y económico.

Planteamiento del Problema

Para la construcción del presente proyecto aplicado, se identificó que las zonas residenciales, comerciales, grandes superficies, plazas de mercado, fruveres, hoteles, instituciones y mantenimiento de áreas verdes; son agentes generadores de RSO de la localidad 6: Tunjuelito, la cual tiene una extensión de 1.062.33 hectáreas, donde predomina el estrato 2 y 38.313 viviendas en 25 barrios (IDIGER, 2018). Cuenta con 225.511 habitantes según el plan ambiental de la localidad de Tunjuelito para el 2021 (Alcaldía Local de Tunjuelito 2021, p.10)

Estos agentes de generación serán sujeto de análisis de priorización para identificar cuál de ellos tiene mayor facilidad para la obtención de subproductos en menor tiempo y costo de lo que hoy se está realizando para su disposición final, logrando una opción que minimice los impactos ambientales; deterioro estético del centro urbano, manifestación de insalubridad por proliferación de vectores transmisores de enfermedades, olores ofensivos e infecciosos, además de la contaminación en las rondas del humedal “El Tunjo” y otras fuentes hídricas que son afluentes al río Tunjuelito; “Caño San Carlos”, Caños de aguas lluvias en Nuevo Muzú y “Caño de Isla del Sol”. De igual manera el deterioro del suelo por la contaminación debido a metales pesados vertidos por parte de las curtiembres y otras empresas en la zona industrial de la localidad, los barrios “San Benito” y “San Carlos”.

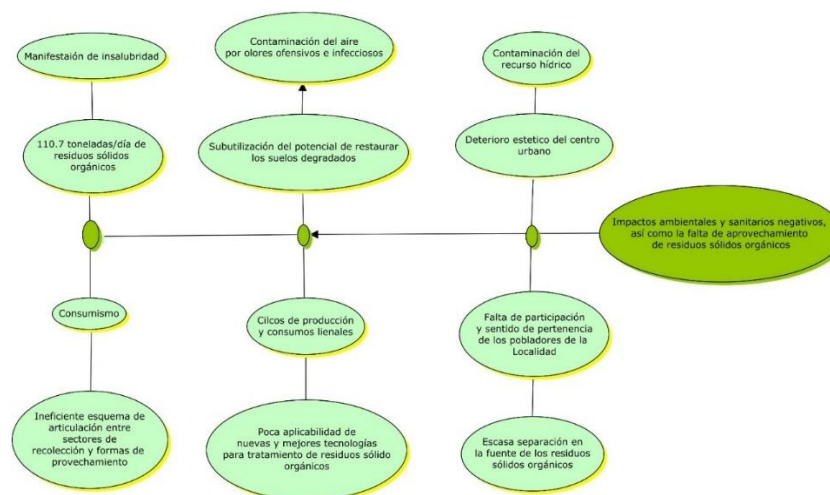
Según la Secretaría de Hábitat a 2021 se genera un aproximado de 110,07 Toneladas/día de RSO, sub utilizándose al ser enterrados; estos residuos tienen características necesarias para restaurar los suelos degradados, a partir de estos residuos se pueden generar bio-productos (abonos orgánicos líquidos y sólidos) los

cuales se utilizan en agricultura y alimento animal, retribuyendo a la tierra los nutrientes que se le extraen intensivamente.

Actualmente esta problemática es incentivada por el consumismo, ciclos de producción y consumo lineales, falta de participación y sentido de pertenencia de las poblaciones residenciales y productivas, los ineficientes esquemas de articulación entre sectores de recolección y formas de aprovechamiento de los residuos, la poca aplicabilidad de nuevas y mejores tecnologías para su tratamiento (Cristancho. D, 2013. 62) y la escasa separación en la fuente de los residuos (Bogotá, A. M. 2009 – 2010, p. 21). Siendo una oportunidad que; desde el 2021 se implementó la adopción de la segregación de residuos orgánicos en bolsa verde, según la Resolución 2184 del 26/12/2019.

Se enfatizará en la evaluación del tratamiento que mejor realice el tratamiento de los RSO de la Localidad, permitiendo bajo costo de manejo de los RSO por tonelada tratada, obtención de bio-productos, así como utilidad optima que permita la auto sostenibilidad en el tiempo, de acuerdo con las necesidades del mercado.

Ilustración 1. Árbol de problema.



Fuente: Propia (2021). Nota: En la figura se encuentra el árbol de problemas esquematizado, donde se evidencia la dinámica causa efecto. Los efectos que se generan son los impactos ambientales y salubres que vive la Localidad de Tunjuelito a causa del sistema económico lineal que provoca consumismo, falta de interés por el territorio e inadecuadas prácticas ambientales.

Justificación

Este trabajo de Viabilidad Económica de una Planta de Tratamiento de RSO en la Localidad de Tunjuelito de la Ciudad de Bogotá, tiene como fundamento el Acuerdo Distrital 761 de 2020, en el cual se adoptó el Plan Distrital de Desarrollo 2020-2024 *“Un nuevo contrato social y ambiental para la Bogotá del siglo XXI”* en su artículo 33;

“Medidas para la recuperación económica... Se promoverá la alianza regional para el compostaje, uso y aprovechamiento de residuos sólidos y orgánicos. Además del diseño e implementación de alternativas tecnológicas, distintas al relleno sanitario, para el aprovechamiento y tratamiento de los residuos sólidos”.
(Consejo de Bogotá, 2020)

Implicando entonces la creación de un programa especial para el tratamiento de residuos orgánicos y la necesidad tecnológica para su tratamiento y aprovechamiento.

Según el *“Documento Técnico Soporte del PGIRS de Bogotá”* del Decreto 345 del 30/12/2020; el Proyecto 4 *“Espacios de construcción conjunta entre el nivel distrital y nacional en materia de GIRS”* del *“programa Institucional para la prestación del servicio público de aseo”* se menciona que el Aprovechamiento es libre competencia.

Por otro lado, es necesario minimizar la generación de gases de efecto invernadero y demás impactos ambientales, según (Cristancho. D, 2013. P.59) la proyección de lixiviados para el 2021 fue de un caudal de generación de 37.34 l / s al año, el cual sería vertido a la cuenca del río Tunjuelo. Por lo anterior se considera una consecuencia letal la contaminación de las aguas subterráneas y superficiales en la zona donde se encuentra el RSDJ y toda la región debido al ciclo del agua.

Se pretende con la viabilización económica y la evaluación de la más adecuada

alternativa tecnológica para el tratamiento de RSO en la Localidad de Tunjuelito, se dé el primer paso para materializar la idea y así poder estabilizar el RSDJ, el cual está llegando al final de su vida útil y posible ampliación a 2022 (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2015, p. 4). Empeorando el panorama, el manejo de lixiviados del RSDJ no cumple la normatividad de vertimientos, los cuales son ocasionados por la fracción de residuos orgánicos que llegan allí. (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2020. p.107)

Adicionalmente las plazas de mercado “San Carlos”, donde sus actividades principales son restaurantes, frutas y verduras, tiene un promedio de generación de 0.085 ton/día y un 47% de fracción orgánica, asimismo, la Plaza de Mercado “El Carmen” cuenta con actividades de productos agrícolas, pecuarios y cárnicos que genera 0.38 Ton/día y 66% de fracción orgánica. (UAESP, 2015). Mientras que el sector residencial genera 44,9 toneladas/día por parte de 101.254 habitantes del sector residencial a 2021, es decir $0.4881 \frac{Kg.hab}{día}$ aproximadamente, en la localidad de Tunjuelito.

Actualmente diferentes empresas privadas cuentan con experiencia de aprovechamiento de estos residuos, aplicando la tecnología de compostaje por pilas con aireación forzada, las cuales se ubican principalmente en los municipios aledaños a la capital, al interior de la ciudad no existen empresas dedicadas a esta actividad para la Localidad de Tunjuelito y adicionalmente no se cuenta con una empresa pública que la ejecute (UAESP, 2015, p. 656), razón por la cual es innovadora la propuesta.

El presente ofrecimiento piensa en una solución tecnológica que permita tratamiento aeróbico, de acuerdo con la capacidad de tratamiento que arroje el análisis de escogencia del agente generador de RSO en la localidad, contribuyendo a los logros

de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Asamblea General de las Naciones Unidas: 13 “Acción por el clima”, 2 “Hambre cero” y 8 “Trabajo decente y crecimiento económico”.

El contexto normativo actual no solo facilita, exige el manejo de los RSO, por ejemplo, el CONPES 3874 del 2016 estableció la “Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos” y el Decreto 345 de 2020 “Por el cual se adopta la actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS- del Distrito Capital, y se dictan otras disposiciones” son estrategias estatales para transformar la economía del país, cerrando los procesos de disposición final, uniéndolos al de obtención de materias primas para los sectores manufactureros y de servicios.

Antecedentes

En la tabla se evidencian proyectos de manejo de RSO por parte de empresas privadas, públicas y asociaciones de recicladores en la localidad de Usaquén, las afueras de Bogotá y al interior de la ciudad.

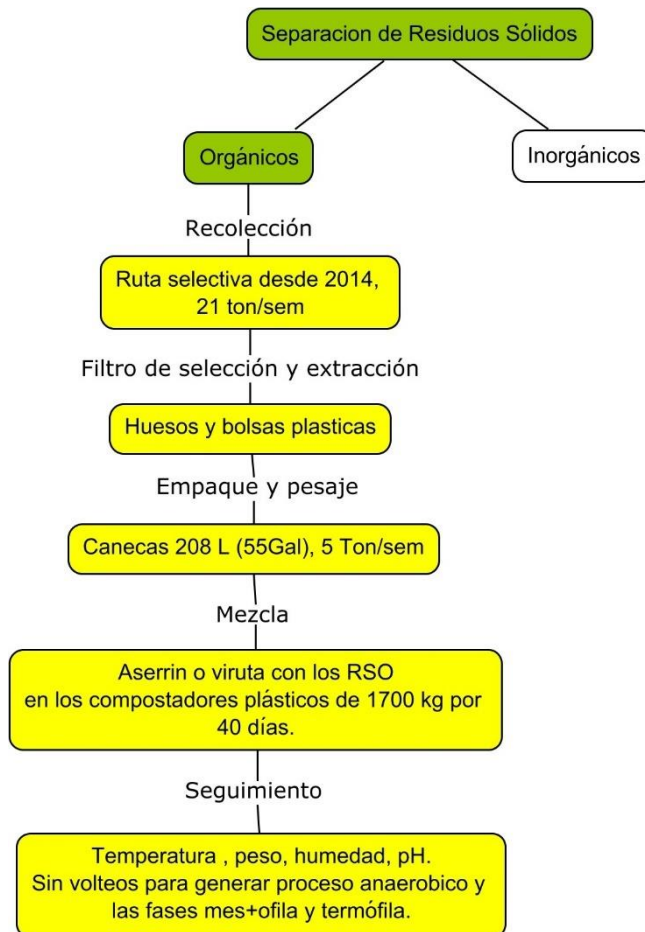
Tabla 1. Casos relacionados con plantas de tratamiento de RSO.

Acontecimientos	Descripción
<p>Convenio Interadministrativo 565 del 2017 celebrado con la Universidad Nacional y la UAESP</p>	<p>Cuyo objeto consiste en: Aunar esfuerzos técnicos, humanos, financieros y administrativos para implementar procesos de investigación para la transformación de RSO; La organización de recicladores SINEAMBORE y la Junta de Acción Comunal de Mochuelo Bajo. Producto de este convenio se instaló una planta de investigación de transformación de RSO en la vereda de Mochuelo Bajo- Ciudad Bolívar, en esta planta se están tratando en promedio 6 ton/semana, de los residuos que generan 270 familias, para un total aproximado de 850 kg/día.</p> <p>En un predio de Avianca se cuenta con la infraestructura removible la cual contiene una planta de compostaje, tanque de lixiviados, espacio para lombricultivo, bodega y oficina, punto de agua y de energía eléctrica como servicios básicos, para la permanencia de un personal y el seguimiento al proceso de recolección de datos que se está haciendo, con las características técnicas necesarias para manejar hasta 12</p>

	<p>ton/semanales de RSO. (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2008).</p> <p>Actualmente (15/08/2021) se generó una contratación pública de selección abreviada para replicar y mejorar el modelo en 10 localidades de Bogotá, reduciendo el 10% los RSO que llegaría al RSDJ. (UAESP. 2021)</p>
<p>Jardín Botánico José Celestino Mutis – JBB</p>	<p>Biodigestor anaeróbico tipo “fermentación en seco” El biodigestor puede generar 7 kw lo que equivale a la iluminación permanente para 2 casas; por el momento esta máquina funciona en el área de aprovechamiento del Jardín y se alimenta con los RSO de las plazas de mercado distritales y corte de césped. (Secretaría de Hábitat, 2021) se aprovechan aproximadamente 2 ton/día (Alcaldía Mayor de Bogotá, 200 8)</p>
<p>Organización de recicladores “MyM Universal”</p>	<p>Ubicada en la localidad de Usaquén, tendrá apoyo de la UAESP para incorporar tecnologías modernas contemporáneas, la fundación MyM tomó en arriendo este predio (Observatorio Ambiental de Bogotá,2021)</p>
<p>“Control Ambiental de Colombia Ltda” Ubicados vía Bogotá Madrid Cundinamarca.</p>	<p>Empresa privada fundada desde 1995 con filiales en Perú y Chile, han recolectado 2 millones de toneladas de RSO, a la fecha. Realizan manejo de productos que se encuentren en mal estado o vencidos, certificando la destrucción segura, además prestan los servicios de Biorremediación In Situ de suelos contaminados, restauración de canteras y mejoramiento de suelos para la agricultura. (Control Ambiental, 2020).</p>

Secretaría Distrital de Desarrollo Económico – SDDE	<p>Desde su Plan Institucional de Gestión Ambiental (PIGA), realiza actividades de compostaje a partir de residuos de alimentos de la preparación y cocción en sus restaurantes. Dicho producto se utiliza en huertas manejadas por madres de la tercera edad y madres cabeza de familia. (Secretaría de Hábitat, 2021) a 2019 se habrían aprovechado 900 kg. (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2008)</p>
Instituto para la Economía Social – IPES. Acuerdo 344 del 2008.	<p>Como entidad administradora de las plazas de mercado Distritales y puntos comerciales, suscriben una ruta selectiva de RSO, mediante la cual se realiza aprovechamiento, produciendo abono, utilizado para recuperación de suelos, en 2017 logró aprovechar 736.180 kg, en 2018 1.138.882 y en 2019, 660.379 kg (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2008)</p>
Aprovechamiento de biogás en el Relleno Sanitario. Contrato de concesión 137 de 2007.	<p>Cuenta con una planta de tratamiento y aprovechamiento de biogás, la cual empezó su operación en el año 2009 por el concesionario Biogás Doña Juana S.A. ESP para aprovechar el biogás proveniente del RSDJ, aplicando el mecanismo de desarrollo limpio -MDL del Protocolo de Kioto, el cual abastece energía eléctrica residencial. (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2008), la cual está en proceso de ampliación (15/08/2021).</p>

Empresa de
servicios públicos
de Guarne,
Antioquia.
Tratamiento de
RSO.



Fuente: (E.S.P Guarne, 2015)

Fuente: Propia (2021). Nota: Evidenciándose que no hay proyectos de este tipo en la localidad de Tunjuelito.

Alcance

Hipótesis

¿Cuál es la mejor alternativa de manejo de RSO que sea económicamente viable y que cumpla con las necesidades del mercado, evaluando la caracterización de los RSO, minimizando los impactos ambientales negativos del inadecuado manejo de los RSO en la localidad de Tunjuelito y del RSDJ?

Objetivo General

Evaluar un tratamiento adecuado para el manejo de los residuos sólidos orgánicos en la localidad de Tunjuelito de la ciudad de Bogotá y realizar su viabilidad económica.

Objetivos Específicos

1. Caracterizar cuantitativa y cualitativamente los RSO en la localidad de Tunjuelito.
2. Evaluación de alternativas de manejo de RSO, según agente generador de RSO.
3. Valorar las necesidades del mercado y realizar el estudio financiero del proyecto.

Marcos de Referencia

Marco Teórico

Situación actual del manejo de residuos aprovechables en la Localidad de Tunjuelito

En este momento en la localidad no se realiza aprovechamiento por parte de la empresa de servicios públicos domiciliarios LIME S.A. E.S.P, sin embargo, este concesionario de servicio público de aseo ha realizado campañas educativas con la comunidad a nivel comercial, multiusuario, en centros educativos, interinstitucionales, recicladores y en puntos críticos (LIME, 2020)

La implementación de cualquier sistema de aprovechamiento de RSO consiste en dejar de ver los RSO como ordinarios y ser separados de otros residuos como papel, cartón, vidrio, metal, huesos de origen animal, pitillos, mezcladores, bolsas plásticas, colillas, pañales, papel higiénico objetos cortopunzantes, residuos peligrosos, residuos de metales pesados u otros materiales que limiten su potencial de aprovechamiento. (Instituto de Promoción del Desarrollo Sostenible, 2003)

Residuo Sólido Orgánicos – RSO

Un residuo sólido, según el Decreto 605 del 27 de marzo de 1996 “*Es todo objeto, sustancia o elemento en estado sólido, sobrante de las actividades domésticas, recreativas, comerciales, institucionales, de la construcción e industriales y aquellos provenientes del barrido de áreas públicas, independientemente de su utilización posterior*”. (Presidencia de la República de Colombia [PRC], 1996, artículo 1)

Su clasificación se divide en: residuos no aprovechables y aprovechables según Instituto colombiano de normas técnicas y certificación (ICONTEC, 2009) sus definiciones son:

“Residuos aprovechables: cualquier material, objeto, sustancia o elemento sólido que no tiene valor de uso directo o indirecto para quien lo genera, pero que es susceptible de incorporación a un proceso productivo” (p. 8)

“Residuos No aprovechables: Es todo material o sustancia sólida o semisólida de origen orgánico e inorgánico, putrescible o no, proveniente de actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que no ofrece ninguna posibilidad de aprovechamiento, reutilización o reincorporación en un proceso productivo”. (p.9)

Dentro de los residuos aprovechables se encuentran los RSO, los cuales son aquellos residuos biodegradables (se descomponen naturalmente), teniendo como propiedad su rápida degradación, transformándose en otro tipo de materia orgánica. Ejemplo: los restos de comida, frutas y verduras, carne, huevos, etc. Este tipo de residuo también tiene una clasificación, la cual, según (Flores Dante, 2001) se define de la siguiente manera:

RSO provenientes del barrido de las calles: residuos almacenados en las papeleras públicas; su contenido es muy variado, pueden encontrarse desde restos de frutas hasta papeles y plásticos.

RSO institucionales: residuos provenientes de instituciones públicas (gubernamentales) y privadas.

RSO de mercados: son aquellos residuos provenientes de mercados de abastos y otros centros de venta de productos alimenticios.

RSO de origen comercial: son residuos provenientes de los establecimientos comerciales, entre los que se incluyen tiendas y restaurantes.

RSO domiciliarios: son residuos provenientes de hogares, cuya característica puede ser variada, pero que mayormente contienen restos de verduras, frutas, residuos de alimentos preparados. Este tipo de residuos debe tener una mezcla específica para poder ser transformado en abono en la planta de tratamiento, la relación de materias primas que aportan Carbono y otras materias primas que aportan Nitrógeno. Su proporción se puede medir mediante la siguiente formula (Olaya. Y, González. L, 2009) al momento de cargar la planta de tratamiento los RSO:

$$K = \frac{\sum C_i X_i}{\sum N_i X_i}$$

Donde:

K= Relación Carbono/Nitrógeno de la combinación de materias escogidas para la carga.

N= Es el % de nitrógeno del material.

C= % de Carbono del material.

X= Peso del material *i*

Marco Conceptual

Planta de tratamiento

La planta de tratamiento logra un impacto positivo a nivel sanitario, económico y ambiental ya que recupera o aprovecha los materiales a través del proceso sistemático de manejo integral de los residuos sólidos (almacenamiento, tratamiento y comercialización), incorporando dichos materiales al ciclo económico y productivo, obteniendo abono orgánico, fertilizante o enmienda orgánica húmica y lixiviados estabilizados como abono líquido. Aclarando que los materiales que se están recuperando son los Biodegradables, quienes tienen la característica de perder sus propiedades químicas iniciales, gracias a procesos naturales de acción biológica, pudiéndose emplear sus productos en el mejoramiento de suelos, así como insumo para generar alimentos y lo más importante, mitigar la contaminación, entendiéndose la contaminación cuando una o varias sustancias físicas, químicas o biológicas que ingresan al ambiente (sea natural o antrópico: producido por el hombre) alteran el equilibrio de las condiciones de los organismos que viven en los ecosistemas, originando daños en flora, fauna y demás recursos naturales.

La maximización del aprovechamiento de los residuos generados, en consecuencia, minimiza las basuras y reduce la demanda de recursos naturales, el consumo de energía y preserva los sitios de disposición final, reduciendo los costos de manufactura (Jaramillo, Zapata, 2008, pág. 34).

Una de las técnicas más utilizadas de reutilización de RSO es el compostaje, que es un proceso natural donde intervienen microorganismos que descomponen los RSO (materia orgánica), para obtener abono orgánico, su uso, según (RIAA, 2016) se

reporta como una práctica que genera aumentos en los rendimientos... con la ventaja de que el agricultor no incurre en el alto costo de los fertilizantes químicos” (Adekiya et al., 2016, pág. 3). Sin embargo, sus tiempos de retención son muy altos a nivel industrial y se requiere volteo del material, siendo un proceso logístico importante por resolver, por tales razones se prefirió la fermentación anaeróbica. Según (Olaya. Y, González. L, 2009) se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones en la operación de la planta de tratamiento con biodigestores y así lograr buenos y rápidos resultados: Los niveles amoníaco deben estar por debajo de 2000 mg/litro, para lo cual se aumentan las disoluciones de entrada del material.

Las bacterias responsables de la producción de gas son sensibles a cambios en pH, oscilando entre 6 y 8, siendo lo ideal 7 y 7.2, el lodo de fermentación debe tener ese pH. En pH 6.2 se retarda la acidificación y en pH de 7.6 se retarda la amonización. (Se aclara que este trabajo no llevara el proceso a este alcance, no se pretende generar biogás o energía, solo se lleva a cabo hasta la obtención de abonos)

La cantidad de agua es vital, si está muy diluida, se digieren pocos RSO y si está muy baja la cantidad de agua se produce poco gas. Si el material alimento está compuesto principalmente de residuos vegetales, se requiere una relación de agua de 1:3 a 1:4 por cada kg de residuos, requiriéndose 300 litros de agua a 400 litros de agua al cargar el biodigestor.

Los residuos deben ser picados antes para evitar capas flotantes dentro del biodigestor.

La relación lignina/celulosa, determina la biodegradabilidad o posibilidad de descomposición en el tiempo, de la masa de residuos sólidos. (UAESP, 2012. p.42).

Mosca Soldado-Negra

La tecnología emergente a nivel internacional para el manejo de los RSO es la Mosca Soldado-Negra, según reporte publicado en Global Aquaculture advocate (2016) las larvas de mosca soldado-negra se alimentan de una gran variedad de RSO en compost y puede ser empleada para obtener excelentes resultados en la eliminación de RSO.

Según el reporte de IPAC. Acuicultura (2018), la mosca soldado-negra es un insecto con una enorme capacidad de reproducción, de rápido crecimiento, o con una gran capacidad para procesar una gama de subproductos y por el porcentaje elevado de proteína de alta calidad que produce. Este tipo de mosca no transmite ninguna enfermedad al ser humano, animales o plantas.

También se indica que las larvas de mosca soldado-negra se puede utilizar como fuente de alimento para peces y aves ponedoras de corral, gracias a su alta concentración proteica, así como también de ácidos grasos, pigmentos vitaminas y/o minerales que permiten su inclusión en las dietas de avicultura, ganadería, acuicultura y agricultura.

La mosca soldado-negra podría ser uno de los bio-productos que se pueden obtener de la planta de tratamiento de RSO y pueden ser de interés a nivel de insumos agropecuarios para los pobladores de zonas rurales de las localidades colindantes como Usme y Ciudad Bolívar.

Según entrevista virtual realizada a la UAESP el 25/06/2021, seccional de aprovechamiento, Actualmente no hay a nivel industrial en Colombia producción de mosca soldado-negra. Hay datos de importante relevancia para lograr diseñar un

modelo que permita ese desarrollo industrial, tales como el nivel de voracidad, replicación de pupas (forma de reproducción de los insectos por huevos), uso de moscas adultas como fuente de proteína, sin embargo aún se está estudiando estos temas, así que la UAESP tiene un convenio con 5 universidades, las cuales están investigando este tema para poderlo masificar, en diciembre aproximadamente estarían subiendo los resultados de las investigaciones. (Saldarriaga. C. (del 25/06/2021). A nivel privado también hay ejercicios donde el estado colombiano no brinda ayudas a los emprendimientos científicos, así que la cooperación internacional ha sido la salida para muchos, hay alto déficit de espacios para implantación de plantas de tratamientos de RSO en las ciudades. Siendo muy reciente la tecnología en Colombia, por lo que hubo poca disponibilidad de información, por eso se tomó la terminación de no utilizar esta tecnología en la planta.

Ilustración 2. Imágenes de mosca soldado-negra y su fase larvaria



Fuente: León. M, (2020)

Biodigestión o Fermentación Anaeróbica

Ocurre en un biodigestor, una secuencia de procesos bioquímicos y termoquímicos que fermentan anaeróbicamente la biomasa, entendiéndose la biomasa como cualquier tipo de materia orgánica que se digiere, convirtiendo la materia orgánica (mezcla con agua, sustancias inorgánicas, sustancias sólidas) en metano – CH₄, dióxido de carbono – CO₂, nitrógeno N₂, hidrogeno H₂ y gas sulfhídrico – H₂S. Esta secuencia de procesos se desarrolla en las siguientes etapas:

Tabla 2. Fases de la fermentación Anaeróbica.

Hidrólisis	Acidificación	Metanización
Bacterias fermentativas o acidogénicas hidrolizan los polímeros, convirtiéndolos en ácidos orgánicos solubles.	Bacterias acetogénicas causan metabolización de los ácidos orgánicos en acetatos (CH ₃ COOH), dihidrógenos (H ₂) y carbodioxidos (CO ₂)	Proteínas, hidratos de carbono, grasas, aminoácidos, alcoholes, ácidos grasos, generados en las fases anteriores, se convierten en Metano (CH ₄), Dióxido de carbono (CO ₂) y amoniaco (NH ₃), quedando más líquido.

Fuente: Olaya. Y, González. L (2009). Nota: En la digestión anaeróbica una parte de las reacciones biológicas son oxidadas completamente por el carbono, formando anhídrido carbónico, mientras que las otras reacciones bioquímicas forman metano.

Se debe procurar los siguientes rangos de temperatura y tiempos de retención en las fases:

Tabla 3. Descripción de los procesos que ocurren durante el tiempo de retención.

Fermentación Psicrófila	Fermentación Mesófila	Fermentación Termófila
0-20°C en más de 100 días de retención	20-45°C en 30 -40 días de retención	45-97°C en más de 8 días de retención
<p>El aire en el interior del sistema es 1 kg de material altamente biodegradable = 0.5 m³ de gas conteniendo 70% de metano aproximadamente.</p>	<p>En la hidrólisis enzimática los sustratos complejos (celulosa, proteína, lípidos) son hidrolizados en compuestos solubles como azúcares, aminoácidos y grasas por acción de enzimas extracelulares de las bacterias como las enzimas digestivas (pepsina, tripsina, amilasa salival), se encuentran en la boca, duodeno y páncreas.</p>	<p>En la acidogénesis los compuestos solubles se fermentan en (pH: 5.1 - 6.8) generando ácidos grasos volátiles como el acético, propiónico, butírico, alcoholes, dióxido de carbono -CO₂ e hidrogeno-H. Se producen ácidos, el ejemplo de más fácil descomposición son las grasas, produciendo CO₂, ácido sulfhídrico-H₂S, ácidos orgánicos y bicarbonatos. En la acetanogénesis, bacterias acetogénicas oxidan, atacando los ácidos orgánicos, compuestos</p>

nitrosos y hay producción mínima de CO₂, N, bicarbonatos y compuestos amoniacales, por la presencia de H₂S este proceso tiene mal olor y se genera en el rango de pH entre 6.6 y 6.8. En la metanogénesis los compuestos resultantes de la fase anterior, las bacterias metanogénicas, se convierten en metano y las excreta fuera de la célula, llevando a cabo una fermentación alcalina donde hay digestión de proteínas, aminoácidos, celulosa y se producen sales de ácidos orgánicos, gases con alto porcentaje de metano y el resto CO₂ y N este proceso huele a

alquitrán y da en pH: 6.9 -

7.4.

Microorganismo encontrado en cada fase según su rango de temperatura		
Bacillus spp	Clostridium spp	Clostridium spp
Clostridium spp	Methanococcus spp	Lactobacillus spp
	Methanobacterium spp	Thermus spp
	Methanobacterium spp	Methanococcus spp

Fuente: (Olaya. Y, González. L, 2009, p.10). Nota: No se debe permitir rangos de pH menores a 6.0 en un biodigestor ya que causa toxicidad en las bacterias metanogénicas, un adecuado funcionamiento se logra en rangos de pH entre 6.5 y 7.5. Para aumentar la temperatura en el biodigestor se deben usar serpientes de agua caliente.

Viabilidad Económica

Las técnicas para la evaluación económica de proyectos están orientada a la toma de decisiones proyectada hacia el futuro, fundamentada en los aspectos financieros y comerciales, los cuales procesan información mediante análisis e interpretación financiera y económica para la determinación de la viabilidad de la puesta en marcha de la planta de tratamiento de RSO en la localidad de Tunjuelito de la ciudad de Bogotá.

El Valor presente neto (VPN): Es la cantidad monetaria resultante del proyecto;

Para entender este concepto es útil saber que un flujo de caja es la entrada y salida de dinero neto (sin impuestos, depreciaciones y amortizaciones) de una actividad económica en un periodo determinado. También se requiere definir la tasa de descuento, llamada costo de capital, la cual es una medida financiera utilizada para determinar los precios de un pago futuro, el valor actual de un pago futuro es el valor nominal esperado de una deuda con un vencimiento en un periodo determinado y finalmente se entiende que el Costo de Capital es la forma de apalancar el proyecto, el cual incurre el y/o los inversionistas, estos dineros pueden ser provenientes del sector financiero, con terceros y bolsa de valores o mercado bursátil (pasivos) o con recursos propios (patrimonio).

Por lo tanto, se puede inferir que el VPN define la viabilidad del proyecto, si su VPN es positivo, ese valor es el monto de rentabilidad que genera el proyecto; si es cero, el proyecto no generará ni pérdidas ni ganancias, y si es negativo, el proyecto generará pérdidas. (Izar, J, 2016. p.178) Para poder calcular la tasa de descuento se deben llevar los flujos netos de caja a valor presente y su fórmula está dada por:

$$VPN = VP(I) - VP(E)$$

Donde

VP(I): Valor presente de los ingresos

VP(E): Valor presente de los egresos

Los valores presentes se representan en la siguiente formula:

$$VP = (1 + i)^{-n}$$

Donde:

i= tasa de descuento (tasa efectiva)

n= periodicidad

Tasa interna de retorno (TIR): Es el flujo de caja de un proyecto, a la tasa que equilibra el valor presente de los ingresos con el valor presente de los egresos (García, J. 2000, p.271). Financieramente la TIR es la tasa a la cual son descontados los flujos de caja de forma tal que los ingresos y los egresos sean iguales; desde el punto de vista matemático la TIR es la tasa a la cual el VPN se hace cero (Vaca, G. 2005, p. 237). Desde el punto de vista financiero, la tasa interna de retorno de un proyecto se define como “la tasa que rinden los dineros que al final de cualquier periodo, aún continúan invertido en el proyecto, o lo que es lo mismo, la tasa que rinden los dineros no recuperados en el proyecto en cualquier periodo” (García, J. 2000, p.272). Esta definición de la tasa interna de retorno es la que debe tenerse en cuenta cuando se evalúa un proyecto de inversión y se toma la TIR como índice de selección.

También, según este último concepto de la TIR, podemos determinar cuando

ella representa la rentabilidad de un proyecto y cuando no, para determinar si un proyecto es factible desde el punto de vista financiero, se compara su TIR con el costo de capital, si la TIR es mayor, el proyecto es atractivo, si la TIR y el costo de capital son iguales el proyecto es indiferente porque no genera ni pérdidas ni ganancias, y si la TIR es menor el proyecto generará pérdidas (Izar, J. 2016, p.171). La TIR es un indicador financiero que muestra el porcentaje de la rentabilidad de una inversión, cuando la TIR es mayor que la TIO el proyecto es viable financieramente.

Si $B/C = 1$ significa que el valor presente, los ingresos son iguales a los egresos, en este caso, lo único que se alcanza a ganar es la tasa el inversionista, por lo tanto, es indiferente realizar el proyecto o continuar con las inversiones que normalmente hace el inversionista.

Si $B/C > 1$ significa que el valor presente los ingresos son mayores que los egresos, por lo tanto, es aconsejable realizar el proyecto. (Vaca Guillermo, 2005, p. 263).

Capital Asset Pricing Model (CAPM): el CAPM se basa en los trabajos pioneros de Markowitz quien trato el problema de seleccionar un portafolio (óptimo o eficiente) como un problema de maximización de utilidad bajo condiciones de incertidumbre. Para ello Markowitz supuso que la preferencia de los inversionistas se veían adecuadamente expresada (o satisfecha) con la media y la varianza (como representación del riesgo) de los retornos de un portafolio durante un periodo. Es decir, la escogencia del portafolio optimo se basa en dos parámetros de la distribución de los retornos: la media y la varianza (o desviación estándar). (Alonso Julio, 2010, p.23-24)

El cálculo de este indicador financiero es esencial para complementar el cálculo

del WACC el cual permite descontar los flujos de caja del proyecto a su valor presente neto VPN.

WACC: Conforme a Damodaran (2006) el WACC o la media ponderada del coste del capital se define como "*el costo de oportunidad de todo el capital invertido en una empresa*". Desarrollando esta definición, el costo de oportunidad es a lo que se renuncia como consecuencia de la decisión de usar un recurso escaso de una manera particular. Todo el capital invertido se refiere a la cantidad total de efectivo invertido en un negocio. Por último, que se invirtió en una empresa se refiere al hecho de que estamos midiendo el costo de oportunidad de todas las fuentes de capital que incluye la financiación con recursos ajenos y con recursos propios. La financiación con recursos ajenos también se puede denominar financiación con deuda y recursos propios es se puede denominar financiación con acciones

El WACC permite determinar la viabilidad del proyecto, así como la valoración de la empresa mediante el descuento de los flujos de caja.

Punto de equilibrio económico-PEE: El concepto de equilibrio económico, define el volumen de producción que permite que los ingresos efectivos después de impuestos generados por el proyecto, flujos de caja netos - FCN, considerando su posición en el tiempo sean capaces de:

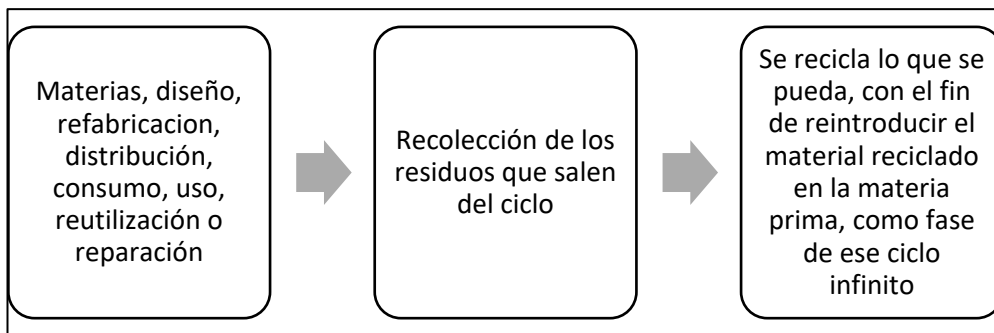
- a) Recuperar las inversiones propias de todo tipo realizadas - INP, considerando su posición en el tiempo.
- b) Pagar, si la deuda adquirida para adquirida para la realización del proyecto, la mayoría de los proyectos de inversión se realizaron con dinero prestado.

- c) Generar el retorno mínimo sobre capital propio no amortizado exigido por el inversionista, durante toda la vida económica del proyecto. (Varela Rodrigo, 1997, p.443-444)

Economía Circular

Como ciencia social que estudia los comportamientos y las acciones de los seres humanos para satisfacer sus necesidades, enfatiza en la forma de administrar los recursos disponibles, teniendo presente que los residuos son vistos como materias primas que se pueden reutilizar, reparar o reciclar, dejando atrás el modelo económico lineal imperante en el mundo, desde la revolución industrial (1780), el cual consistía en extraer, producir, utilizar y tirar. La Economía Circular permite ampliar la vida útil de los materiales y reducir la generación de residuos, así como el uso de materias primas.

Ilustración 3. Componentes de la economía circular.



Fuente: Parlamento Europeo (2021). Nota: Al adquirir la perspectiva que se plantea en la imagen, van surgiendo nuevos términos, que se van asociando para poder operativizar dichos componentes de la economía circular, términos como los negocios verdes, crecimiento verde, energías renovables, biotecnología.

Marco Legal

Colombia es uno de los países de América Latina con mayor cantidad de normatividad ambiental, inclusive la Constitución Política de Colombia es llamada la Constitución verde gracias a su cantidad de artículos en esta materia y el tema de RSO no podía ser la excepción.

Tabla 4. Referencia Normativa

Número y Fecha	NOMBRE
Decreto Ley 2811 del 18 de diciembre de 1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
Ley 9 del 24 de enero de 1979	Por la cual se dictan medidas sanitarias.
Constitución Nacional de Colombia del 13 de junio de 1991	Constitución Política de Colombia edición 2020 Actualizada y concordada (IEMP, 2020)
Ley 99 de 1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.
Ley 142 del 11 de julio de 1994	Por la cual se establece el Régimen de los Servicios Públicos Domiciliarios y se dictan otras

	disposiciones.
Decreto 1753 del 03 de agosto de 1994	Por el cual se reglamentan parcialmente los Títulos VIII y XII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.
Resolución 541 del 14 de diciembre de 1994	Por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.
Decreto 605 del 27 de mayo de 1996	Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994 en relación con la prestación del servicio público domiciliario de aseo.
Ley 388 del 18 de julio de 1997	Por la cual se modifica la Ley 9ª de 1989, y la Ley 3ª de 1991 y se dictan otras disposiciones.
Ley 491 del 13 de enero de 1999	Por el cual se establece el seguro ecológico, se modifica el Código Penal y se dictan otras disposiciones.
Decreto 1713 del 06 de agosto del 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 00150 del 21 de enero de 2003	Por la cual se adopta el Reglamento Técnico de Fertilizantes y Acondicionadores de Suelos para Colombia.
Decreto 1140 de 7 mayo del 2003	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con el tema de las unidades de almacenamiento, y se dictan otras disposiciones.
Decreto 1505 del 6 de junio del 2003	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.
Norma Técnica Colombiana NTC 5167 del 15 de junio del 2004	Por la cual se establecen los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben ser sometidos los productos para la industria agrícola, productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas de suelo. Reglamenta los límites actuales para el uso de materiales orgánicos, los parámetros fisicoquímicos de los análisis de las muestras de materia orgánica, los límites máximos de metales y enuncia parámetros para los análisis microbiológicos.

Decreto 190 del 22 de junio del 2004	“Por medio del cual se compilan las disposiciones contenidas en los Decretos Distritales 619 de 2000 y 469 de 2003”
Decreto 838 del 23 de marzo del 2005	Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.
Resolución 601 del 04 de abril del 2006	Por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia.
Guía Técnica Colombiana GTC 53-7 26 de abril del 2006.	Guía para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos no peligrosos.
Resolución 187 del 31 de julio del 2006.	“Por el cual se adopta el Reglamento para producción primaria, procesamiento, empaquetado, etiquetado, almacenamiento, certificación, importación, comercialización y se establece el Sistema de Control de Productos Agropecuarios Ecológicos”
Acuerdo 257 del 30 de noviembre del 2006	“Por el cual se dictan normas básicas sobre la estructura, organización y funcionamiento de los organismos y de las entidades de Bogotá, Distrito Capital, y se expiden otras disposiciones”
Norma Técnica Colombiana 24 20/05/2009	Residuos sólidos. Guía para la separación en la fuente.

Decreto 3930 del 25 de octubre del 2010	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.
Norma Técnica Colombiana 40 15/06/2011	Abonos o fertilizantes y enmiendas o acondicionadores de suelo. Etiquetado.
Decreto 2981 del 20 de diciembre del 2013	Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo.
Resolución 754 del 25 de noviembre del 2014	Por la cual se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
Decreto 596 del 11 de abril del 2016	Por el cual se modifica y adiciona el Decreto 1077 de 2015 en lo relativo con el esquema de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo y el régimen transitorio para la formalización de los recicladores de oficio, y se dictan otras disposiciones.
Resolución 0276 del 29 abril 2016	Por la cual se reglamentan los lineamientos del esquema operativo de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo y del régimen transitorio para la formalización de los

	<p>recicladores de oficio acorde con lo establecido en el Capítulo 5 del Título 2 de la parte 3 del Decreto número 1077 de 2015 adicionado por el Decreto número 596 del 11 de abril de 2016.</p>
<p>Resolución 276 del 07 de mayo del 2016</p>	<p>“Por la cual se reglamentan los lineamientos del esquema operativo de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo y del régimen transitorio para la formalización de los recicladores de oficio acorde con lo establecido en el Capítulo 5 del Título 2 de la parte 3 del Decreto número 1077 de 2015 adicionado por el Decreto número 596 del 11 de abril de 2016.”</p>
<p>CONPES 3874 del 21 de noviembre del 2016</p>	<p>Política nacional para la gestión integral de residuos sólidos</p>
<p>Resolución 0330 de 08 de junio de 2017</p>	<p>Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005 y 2320 de 2009. Título F.</p>
<p>Acuerdo 344 del 23/12/2018</p>	<p>Por el cual se dispone a diseñar y ejecutar un programa para la gestión de los residuos sólidos orgánicos y se dictan otras disposiciones.</p>
<p>Acuerdo Distrital 761 del 11 de</p>	<p>Por el cual se adoptó el Plan Distrital de Desarrollo</p>

junio del 2020	2020-2024 “Un nuevo contrato social y ambiental para la Bogotá del siglo XXI”
Decreto 345 del 30 de diciembre del 2020	“Por el cual se adopta la actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS- del Distrito Capital, y se dictan otras disposiciones”

Fuente: Propia (2021). Nota: Para este proyecto se han identificado el anterior marco normativo para dar cumplimiento y conocer las restricciones.

Identificación de Partes Interesadas

Este proyecto de manejo de RSO en la Localidad de Tunjuelito pretende identificar las partes involucradas a nivel interno y externo del proyecto.

Tabla 5. Participes internos y/o externos del proyecto

GRUPOS	INTERESES	PROBLEMAS PERCIBIDOS	SOLICITUDES 1 Y APORTES 2
Los estudiantes o dueños el proyecto	Viabilizar economicamente la implamentacion de una planta de tratamiento en la localidad de Tunjuelito en Bogota	Falta de informacion de calidad por parte de las entidades pioneras. Falta de sentido de pertenencia en serparar los residuos organicos por parte de los agentes generadores.	<p>1. Aprovechamiento de los RSO, incorporandolos en la cadena productiva, generando empleos sostenibles</p> <p>2. Mitigacion del impacto ambiental ocacionado por el inadecuado manejo de los RSO por parte de los agentes generadores</p>

Potenciales Inversionistas	Ahorros y/o ingresos economicos, beneficios de seguridad y ambientales	Disponibilidad de recursos (terrenos) y permisos.	1. Generador de utilidades 2. Capital y demas recursos
ASOCOMPOST	Impulsar el crecimiento verde en Colombia, brindando apoyo en cuanto a criterios tecnicos y maneras de comercialización de productos.	Las empresas o entidades que realizan la metabolizacion de abonos organicos estan aisladas y carecen de avances tecnologicos y de mercado.	1. Agremiar las empresas o entidades que realizan abono organico. 2. Asesoria tecnica y nichos de comercializacion.
FEDEORGÁNICOS	Incentivar el mercado nacional de productos orgánicos.	Proveer las soluciones a las necesidades que el sector publico no ha tenido en cuenta. (Fedeorganicos,	1. Interconectar a los actores involucrados en cada uno de los procesos de la cadena productiva de manejo de

		2021)	residuos orgánicos en nuestro país. 2. Planeación y producción en cada etapa hasta la comercialización y consumo.
SECTOR AGROPECUARIO	Comercialización y mejoramiento de los productos agropecuarios.	Ineficiente sostenibilidad Ambiental, social y financiera del gremio agropecuario.	1.Desarrollar programas, proyectos y productos. 2.Mejoramiento tecnologico.
Comunidad de la Localidad de Tunjuelito.	Mejoramiento de calidad de vida.	Impactos ambientales negativos: Olores ofensivos e infecciosos, desmejoramiento paisajistico, enfermedades, contaminación de los recursos hidrico	1. Contribución de los residuos organicos. 2. Adecuada separación en la fuente.

		(superficiales y subterráneas), suelo y aire.	
Relleno Sanitario	Minimizar la fracción orgánica del volumen total de los residuos que se disponen en el relleno sanitario "Doña Juana", el cual corresponde aproximadamente al 50%.	Generación de lixiviados, los cuales impactan negativamente las aguas subterráneas, incumpliendo la normatividad de vertimientos. Así como también el incremento de gases de efecto invernadero debido al confinamiento de los residuos orgánicos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Disminuir la cantidad de RSO que llegan al RSDJ. 2. Recibir los residuos, compactándolos, recubriéndolos con geomembrana para canalizar los lixiviados.
Recicladores de oficio	Beneficio económico para su subsistencia.	Falta de capacitación y recursos físicos para el manejo de	<ol style="list-style-type: none"> 1. Garantías laborales, prestacionales, estabilidad laboral.

		los residuos.	2. Mano de obra directa y mejor calidad ambiental.
			1. Disminución de los niveles de pobreza del sector.
		Incumplimiento de la normatividad de veritimientos.	2. Marco normativo y viabilidad jurídica para la implementación de la planta de tratamiento, generando una nueva fuente económica de ingresos, el cual favorece la reactivación económica del sector.
Entidades Distritales (UAESP, SDA, SDS, Alcaldía Local de Tunjuelito)	Mostrar resultados del mejoramiento en el tratamiento y aprovechamiento de los RSO.	Demandas y quejas debido a expropiaciones de terrenos necesarias para la expansión del relleno sanitario.	

Fuente: propia (2021). Nota: Las partes internas serían los dueños del proyecto, los potenciales inversionistas y los receladores de oficio de la Localidad de Tunjuelito, los cuales se les brindaría un trabajo estable con sus respectivas prestaciones sociales ya

que serían quienes realicen ciertas actividades al interior de la planta de tratamiento, mientras que los inversionistas y los dueños del proyecto realizan todo el análisis de viabilidad de este. Las partes externas son agremiaciones de empresas privadas que tienen un interés en difundir el manejo de RSO, las entidades distritales para el cumplimiento normativo ambiental, el sector agropecuario quienes recibirían los directos beneficios de los subproductos del adecuado manejo de los RSO en la planta de tratamiento y la comunidad de la Localidad de Tunjuelito quienes percibirán una mejor calidad del ambiente.

Marco Geográfico

La localidad de Tunjuelito colinda con Bosa por la autopista sur, camino a Usme por la avenida Caracas y camino a Tunjuelito la Kra. 16, que comunica a los barrios Tunjuelito y Meissen. (Universidad de los Andes, 2020)

Tunjuelito se encuentra en las Unidades de Planeación Zonal: UPZ 42 Venecia, UPZ 62 Tunjuelito. (IDIGER, 2018)

Ilustración 4. Localidades de Bogotá.



Fuente: Tierra Colombiana (2019).

La economía de la localidad de Tunjuelito está distribuida en un 16.7% se dedican a la industria; el 47.3% al comercio; el 34.2% a servicios y el 1.8% a otras actividades, y de acuerdo con el plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá, el uso del suelo urbano de Tunjuelito se divide en seis áreas de actividad:

Tabla 6. Uso del suelo Urbano de Tunjuelito.

Residencial	49%
Comercio y servicios	1,9%

Rotación	22.4%
Suelo protegido	14.4 %
Industria	7.6%
Minería	6.6%
Área urbana	2.2%
integral	

Fuente: Cámara de Comercio de Bogotá, (2007).

En la localidad de Tunjuelito cuenta con 38.313 viviendas de las cuales en estrato (1) hay 1.036, en estrato (2), 27.499 y en estrato (3), 9.774. (Consortio NCU - UAESP, 2017). La lignina presenta dificultad en la oxidación de masa degradable, siendo los estratos 1 y 3 los que cuentan con valores más altos de lignina en la Localidad. (UAESP, 2012. p.56).

Tabla 7. Características geográficas de la Localidad de Tunjuelito.

Entre los 12 y 15°C

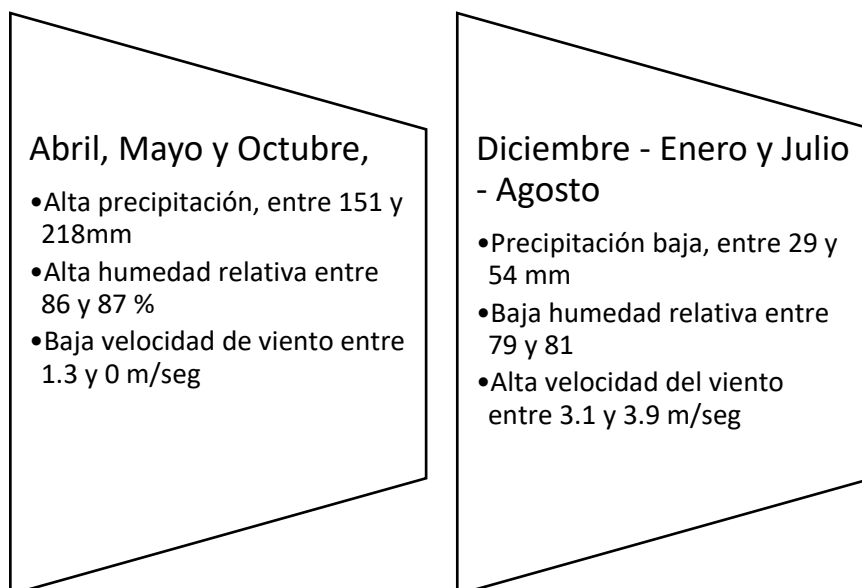
Presentando dos periodos climáticos:

Temperatura

anual media y

características

climáticas



La Localidad presenta un promedio anual de lluvias de 500 a 1000 mm, precipitación media anual de 794 a 985 mm. Los restantes meses del año el comportamiento es de transición frente a estos elementos dinámicos.

Fuente de la información climática	Se describe de los registros del Instituto Nacional de Adecuación de Tierras INAT, obtenidos de la estación meteorológica del aeropuerto el Dorado de Bogotá, ubicada a los 4 grados 43 min. De latitud norte y 74 grados 9 min. de longitud oeste y una elevación de 2.547 m.s.n.m.
------------------------------------	--

En cuanto a la cuenca del río Tunjuelo	Se ubica al sur del Distrito Capital y forma parte del sistema hidrográfico del río Bogotá. Nace en la laguna de Los Tunjos, originando el río Chisacá, a una elevación de 3780 msnm y desemboca en el río Bogotá en el sector suroccidental de Bogotá a los 2510 msnm, para una longitud total de 66 kilómetros.
--	---

Fuente: (IDEAM y FOPAE, 2004)

Quienes generan RSO, las características principales de este tipo de residuo en la Localidad de Tunjuelito son:

Esta información ha sido ordenada en esta tabla de varias fuentes bibliográficas, se visibilizan en este orden para dar cumplimiento a uno de los objetivos específicos.

Tabla 8. Caracterización de los residuos:

La Humedad de los RSO de las viviendas y comercio de la localidad de Tunjuelito	Por lo general es de residuos de alimentos, es de un 92%.
La cantidad de lixiviados	Entre 40 – 80 L/tonelada.
Los rangos óptimos de humedad para los RSO aprovechables de 50% a 60%	Sin embargo, gracias a la tecnología BIOCAMP TM5 CM*52 logra manejar los RSO a un 72%.
Relación de DBO/DQO	Entre 0.7 y 0.3, es decir, que los residuos estén parcialmente estabilizados. (Ávila.W. Moyano, 2019) para ingresar a la planta de tratamiento de RSO.
Densidad	202 kg/m ³ (Longoria. R, Oliver. M, Torres. J, Rubio. J, Méndez. M, 2014. p.8)

Fuente: Propia, 2021.

Es importante saber el porcentaje de lignina ya que debido a su grosor se aumentan o disminuyen los tiempos de degradación y transformación a abono, en condiciones normales, porque en las condiciones que aporta el compostador industrial, mejora notablemente los tiempos de metabolización.

Tabla 9. Fracción biodegradable de la masa de residuos degradables

COMPONENTE	CONTENIDO DE LIGNINA (%)	FRANCCION BIDEGRADABLE
Residuos orgánico-frescos	0.4	0.82

Fuente: UAESP, (2012). p.55.

Tabla 10. Distribución Porcentual de la composición de los RSO por estrato y uso comercial.

ESTRATO	ORGANICOS
SOCIOECONOMICO	
1	58,15%
2	54,89%
3	59,54%
4	56,34%
5	56,47%
6	43,16%
Comercial	46,37%

Fuente: UAESP, (2019) p.28. Nota: En promedio la generación porcentual de RSO es de 53.42%, excediendo la mitad de los residuos totales, sin importar el estrato socioeconómico.

Selección de Alternativas

Metodología

Investigación evaluativa, tiene el propósito de ayudar a la toma de decisiones, valorando los recursos, servicios y objetivos de la intervención dirigidos a la solución de una problemática y las interrelaciones entre estos elementos, en este caso es la viabilidad para implementar una tecnología. De este tipo de investigación puede haber 6 tipos de análisis, siendo el estratégico el que mejor se acomoda al ejercicio realizado en esta propuesta, ya que valora la pertinencia de su implementación. (Lerma. D, 2009. P. 69)

Para identificar la capacidad que requiere planta de tratamiento, se requiere saber la generación de RSO y la caracterización (tipo de residuos y cantidades) de mismos; para esto se realizará un análisis del universo (Localidad de Tunjuelito), ya que *“a medida que incrementa el tamaño de la muestra el error tiende a reducirse”* (Sabino. C. 2000. p.14) y se utilizará el procedimiento de “Muestra estratificada” que permite desagregar el universo en subconjuntos menores (Agentes generadores de la localidad), homogéneos internamente, pero heterogéneos entre sí.

Teniendo en cuenta que esta investigación es bibliográfica (Sabino. C, 2000) por lo que los datos a obtener serán alimentados con la información proveniente de bases de datos que tienen las entidades gubernamentales en sus Sistemas de Información, diagnósticos realizados anteriormente, entre otros tipos de fuentes de información confiable.

¿Concuerda el tipo de investigación con el problema (IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS) ?:

Si, porque el fenómeno concreto es la contaminación en la localidad de Tunjuelito y RSDJ.

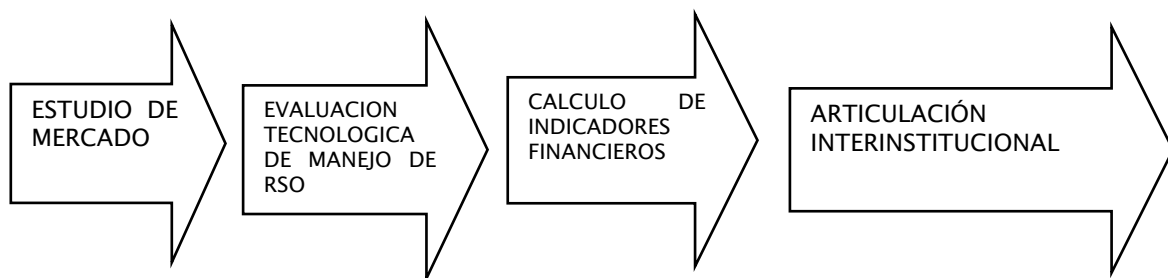
¿Concuerta el tipo de investigación con los objetivos?:

Sí, es parte del objetivo general del presente proyecto aplicado, estratégicamente se evalúa el proyecto para verificar si es viable o no su implementación.

¿Concuerta el tipo de investigación con la hipótesis?:

Si, dado que es viable que de la evaluación de un tratamiento adecuado para el manejo de los RSO se obtiene rentabilidad económica y a su vez permite el mejoramiento de los suelos, disminuyendo el uso de agroquímicos y minimizando el impacto ambiental negativo en la localidad de Tunjuelito.

Ilustración 5. Síntesis grafica de la metodología.



Nota: Fuente Propia (2021).

Estudio de mercado

La viabilidad financiera del proyecto depende de la demanda insatisfecha, suministros disponibles y del mercado ya que este define la capacidad máxima del proyecto, tal como se describo en el estudio de mercado, la demanda son las 42,3 millones de hectáreas con uso agropecuario de los cuales 7,1 millones corresponden a cultivos permanentes, transitorios y asociados, igualmente las 2.235 empresas registradas en el ICA las cuales manejan fertilizantes y acondicionadores de suelos permitidos en la producción ecológica siendo estos los potenciales clientes que adquirirían el compost para tratar el manejo de las tierras de modo orgánico.

El sub-producto está dirigido a la localidad de Tunjuelito y las localidades rurales de Bogotá, así como el mercado a nivel nacional e internacional para lo cual se indago el mercado como referencia para buscar las necesidades insatisfechas, como las necesidades del consumidor.

El crecimiento de abonos sostenibles es primordial para la exportación a destinos como Europa que exigen productos 100% orgánicos. “Pasa con el café, que ya se pide de este tipo y debe demostrarse que el abono es orgánico para su real certificación, lo que debería impulsar todo el tema de compostaje”, concluyó el presidente de Fedeorgánicos. (Agronegocios, 2021)

El compost a diferencia de los fertilizantes químicos agrega materia orgánica y no lixivian sus minerales si las plantas no los utilizan de inmediato. Recicla los desperdicios del huerto, las hojas y los desechos de la cocina, transformándolos en alimento para el suelo. Mejora la estructura del suelo, haciéndolo más fácil de trabajar. Incrementa su capacidad para retener la humedad y el aire Reduce la posibilidad de

erosión. Finalmente, las semillas germinan más rápidamente en un suelo con compost. (Ceres, 2021) es utilizado dependiendo de la granulometría en cultivos tales como: papa, hortalizas, cítricos, viñedos, forestales y arrozales, así como en frutales, mejora de suelos degradados, selvicultura y viveros.

La aplicación del compost es muy amplia en la agricultura, el modo de empleo en los principales cultivos lo resumiremos en la siguiente tabla.

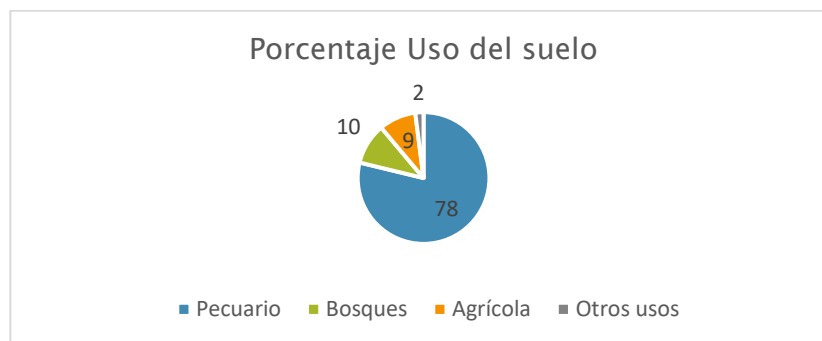
Tabla 11. Dosis de composta. Agro formuladora Delta.

CULTIVO	DOSIS	APLICACIÓN
Papas y tomates	600 a 100 Kg/ha	Al surco, a la siembra
Hortalizas	800 a 1500 kg/ha	Al surco, a la siembra
Para rehabilitar suelos agrícolas agotados	3000 a 5000 kg/ha	Al voleo incorporado en el área de sombra
Árboles frutales	5 kg al trasplante, 25 kg en producción	Distribuidor e incorporar en el área de sombra
Arboles ornamentales	5 kg	Distribuir e incorporar en el área de sombra
Pastos y jardines	5kg / m2 al establecimiento	Al voleo y regar
	8 kg/m2 para arroje	Al voleo dejando 1.5 cm de las hojas sin cubrir
Campos de golf	3000 a 5000 Kg/ha	Al voleo y regar

Fuente: Hernández, A. (2003).

El mayor porcentaje de abono orgánico se utiliza en el sector pecuario para el abonado de los potreros.

Ilustración 6. Toneladas de cultivos orgánicos.

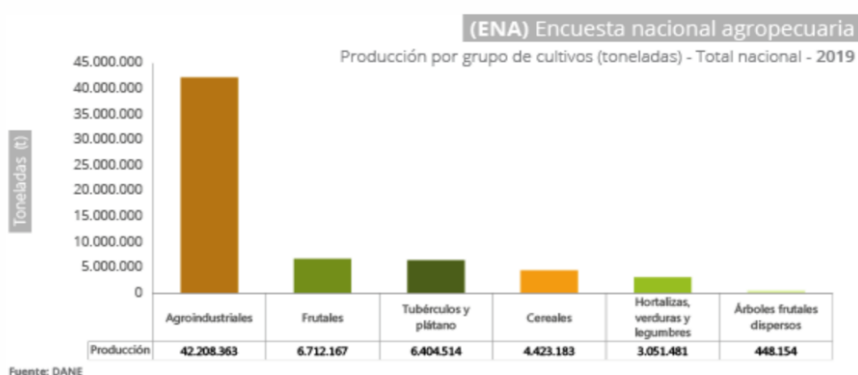


Fuente: DANE, Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA).

Nota: El total del uso del suelo fue de 50.102.269 hectáreas, encontrando que, predomina el uso pecuario con 39.017.179 hectáreas y una participación del 77,9%, seguido de los bosques con 5.175.846 hectáreas (10,3%), el uso agrícola con 4.617.116 hectáreas (9,2%) y otros usos con 1.292.128 hectáreas (2,6%).

A nivel agroindustrial se requeriría gran porcentaje de abono orgánico, sin embargo, las técnicas usadas en este sector son agroquímicos, por lo que se tendría que hacer una limpieza de suelos para que la efectividad sea mayor. El mercado potencial estaría en los cultivos de frutales, tubérculos y plátano, cereales, hortalizas, verduras y legumbres.

Ilustración 7. Producción por grupo de cultivos.



Fuente: DANE, (2019)

En Cundinamarca y demás departamentos del país, se observa que el número de hectáreas aptas para el cultivo supera los 2 millones en la región andina y a nivel nacional 4,5 millones de hectáreas relacionadas con las actividades económicas del uso del suelo, lo cual brinda una oportunidad de negocio para la venta del compost.

Tabla 12. Coeficientes de variación estimado por departamentos.

Código	Región	Total UPA*			Total uso del suelo			Total agrícola			Permanentes			Transitorios		
		Departamento ¹	Número de UPA	Cve	IC95%±	Hectáreas	Cve	IC95%±	Hectáreas	Cve	IC95%±	Hectáreas	Cve	IC95%±	Hectáreas	Cve
	Total Nacional	2.085.423	1,3	54.964	50.102.269	2,3	2.285.466	4.617.116	3,1	282.026	3.038.552	3,5	210.165	762.543	4,4	65.263
	Total Región Andina	1.259.081	1,1	27.845	16.109.199	2,9	928.600	2.012.217	3,8	151.725	1.467.760	4,6	133.092	329.388	6,0	38.723
5	Antioquia	153.531	4,2	12.543	4.010.501	8,8	694.379	356.526	16,6	115.955	312.905	18,0	110.171	19.560	16,4	6.305
15	Boyacá	373.932	2,0	14.767	1.880.350	7,2	263.829	125.582	8,1	20.016	57.477	16,4	18.457	50.260	6,2	6.132
17	Caldas	37.575	6,0	4.433	660.357	13,1	169.583	136.429	17,1	45.724	119.888	14,4	33.904	1.713	40,7	1.366
25	Cundinamarca	269.105	2,5	13.005	2.094.486	6,2	253.984	192.118	7,6	28.461	98.411	7,2	13.793	66.646	10,4	13.589
41	Huila	93.230	3,7	6.726	1.297.192	8,0	202.923	273.848	6,7	35.922	201.251	5,2	20.404	40.495	26,6	21.092
54	Norte De Santander	59.880	5,2	6.045	1.349.935	6,2	163.409	134.954	11,2	29.662	79.724	13,3	20.835	38.418	22,6	16.981
63	Quindío	12.827	7,8	1.957	152.537	6,2	18.481	53.641	9,6	10.073	48.128	10,1	9.496	3.615	20,9	1.479
66	Risaralda	30.778	4,5	2.716	200.092	9,7	38.165	75.160	7,0	10.369	72.947	7,2	10.279	1.063	24,3	505
68	Santander	111.388	2,9	6.275	2.629.106	4,5	230.723	355.921	6,5	45.255	293.578	7,3	42.138	22.632	10,0	4.428
73	Tolima	116.835	3,9	8.877	1.834.642	8,5	307.168	308.038	7,1	42.969	183.450	9,1	32.767	84.986	13,2	21.916

Fuente: DANE, Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA).

Cve: coeficiente de variación estimado es una medida que resume dicha variabilidad en términos porcentuales el cual se obtiene a partir de la muestra e indica el grado de precisión con el cual se está reportando un resultado. De tal forma que entre menor sea el Cve menor incertidumbre se tiene de la estimación y advierte que es más precisa.

Aceptable, entre el 5% y el 15% DANE. (2014). Guía para la interpretación del error muestral en términos de coeficiente de variación e intervalo de confianza estimado encuesta de sacrificio de ganado- ESAG

Resulta conveniente comentar que existen en Colombia organizaciones como la CCI (Corporación Colombia Internacional) que certifican empresas como agricultores ecológicos, según sus prácticas y operaciones. Entre otros criterios para dicha certificado, está el de utilizar “la incorporación al terreno de abonos orgánicos, obtenidos de residuos procedentes de fuera de la finca, cuya producción se adapte a

las normas de la producción ecológica (CCI,2004)

En el mundo se producen al año 57.8 millones de hectáreas de cultivos de productos orgánicos según la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica (IFOAM). De estos solo 0,08% se produce en Colombia, pues según Fedeorganicos, se estima que en nuestro país hay 47.281 hectáreas dedicadas a este tipo de agricultura. (Agronegocios, 2018)

Análisis del sector

Las empresas registradas de fertilizantes, químicos mezclas orgánicas y enmiendas (similares al compost), hacen parte del sector de insumos en nuestro país destinados al sector agrícola, a junio 2021 inscritos en el ICA son de 2.235 el sector de producción de abonos e insumos agrícolas ha tenido en los últimos años un dinamismo de crecimiento exponencial. (ICA, 2019)

La producción y venta de fertilizantes al año 2019, son 1.884.613.551 kg.

En cuanto a las importaciones de fertilizantes por empresas año 2019 un total de 1.356.786.714kg. Colombia exporto 3.332.218 kg y 6551 litros. (ICA, 2019).

Dada la alta dependencia de materia prima importada para la elaboración de fertilizantes en Colombia, los precios internos tienen una tendencia volátil, afectando los costos de producción de las actividades agropecuarias. En el mercado de fertilizantes en Colombia se transan alrededor de 1,5 millones de toneladas año, siendo el segmento dominante el mercado de fertilizantes inorgánicos, en los que predominan las concentraciones de macronutrientes (N, P y K), los cuales representan el 95% de las ventas totales. El 94% de las ventas se concentra en seis empresas: Monómeros Colombo Venezolanos S.A (37%), Abonos Colombianos S.A – ABOCOL (20%), Ecofertil S.A (15%), Yara Colombia Ltda (13%), Nutrición de Plantas S.A (5%) y C.I. De Azucares y Mielles S.A. – CIAMSA (4%). (Abonamos. 2021).

Las deficiencias del país en fuentes de nitrógeno son notorias, no obstante se prioriza la producción de fertilizantes a partir del Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio y Azufre, y se descarta la posibilidad de producir Amoniaco-Urea en Colombia debido a que la materia prima (gas natural) tiene costos relativos muy altos en comparación con

los de los principales productores mundiales, que sumados a las inversiones requeridas para establecer plantas de producción de Urea imposibilitan la producción competitiva a nivel nacional. No hay potencial para su producción nacional, debido a que prácticamente la totalidad de las reservas probadas de gas en el país ya cuentan con contratos y además, su costo de extracción es alto en relación a otros países, lo que hace económicamente más eficiente su importación. Las inversiones que se requerirían para establecer plantas de Amoniaco-Urea que produzcan los volúmenes que demanda el país son de una magnitud considerable, lo cual sin disponibilidad de materia prima a bajo costo, hace inviable un proyecto de esta magnitud. (Abonamos. 2021).

Se hace necesario generar alternativas de nuevos fertilizantes, como las mezclas mineral-orgánicas combinadas con bioinsumos, con el fin de mejorar la competitividad de la producción. Estas alternativas deben promover los procesos de producción de fertilizantes orgánicos y estimular la utilización de biofertilizantes, como medidas alternativas a la fertilización tradicional; lo que redundara finalmente en incentivar la utilización eficiente y racional de los fertilizantes, disminuir el impacto ambiental y posibilitar la sostenibilidad de los Agroecosistemas y los suelos cultivados.

Existe en la actualidad un creciente interés en el uso de microorganismos como biofertilizantes; los cuales son productos elaborados con base en una o más cepas de microorganismos benéficos, que al aplicarse al suelo o a las semillas promueven el crecimiento vegetal o incrementan el aprovechamiento de los nutrientes en asociación con la planta o su rizósfera. Ejemplos de estos productos son: hongos formadores de micorrizas, bacterias fijadoras del nitrógeno y microorganismos solubilizadores del fósforo.

En general, los agricultores del país hacen un uso ineficiente e insostenible de los fertilizantes en la medida en que su uso excesivo causa desbalances nutricionales, incluso llegando a niveles de toxicidad en el suelo, y aumentando innecesariamente los costos de producción. Se ha calculado que un 70% de las aplicaciones de nitrógeno se pierden y el 75% del fósforo se fija en el suelo y se pierde su aplicación. De ahí la importancia de incorporar a los planes de fertilización la utilización de materiales orgánicos y microorganismos para recomponer las dinámicas microbianas del suelo perdidas por años de abuso en la aplicación de agroquímicos. Es el momento de repensar las prácticas agronómicas; en especial la conservación y sostenibilidad de los suelos. (Abonamos. 2021).

Tabla 13. Participación de los fertilizantes en el Costo Total de producción (2008)

CULTIVOS	PART (%)
Papa	17-20
Café tecnificado	16-39
Cacao	15-25
Palma de aceite	11-29
Caña de azúcar	12-22
Plátano exportación	12-16
Caucho	10-33
Pastos	4-7

Fuente: CCI – Servicio de información Agropecuaria, 2004.

También se tuvieron en cuenta los principales competidores que en este momento participan en el mercadeo de abonos orgánicos.

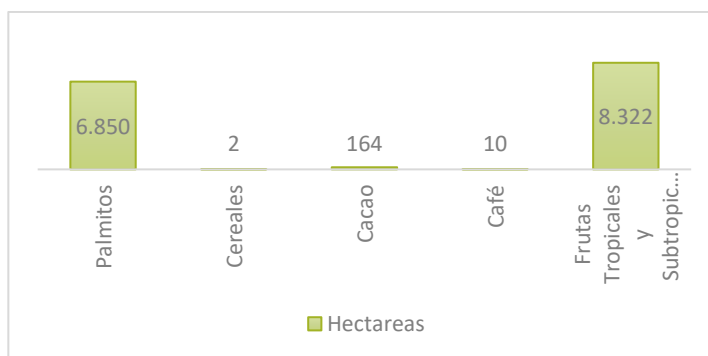
De acuerdo al Censo Nacional Agropecuario del DANE del año 2014, “De los 42,3 millones de hectáreas con uso agropecuario en el área rural dispersa censada, 7,1 millones corresponden a cultivos permanentes, transitorios y asociados”. (DANE, 2014)

Lo cual indica que el 16,78% de la superficie agropecuaria censada la cual

corresponde a los 7,1 millones de hectáreas son el mercado potencial de este proyecto a nivel país. En Colombia, la producción ecológica se rige por la Resolución 187 de 2006 que dispone entre otros aspectos el establecimiento de prácticas de producción que aseguren la inocuidad y la calidad de los productos ecológicos (Art. 4, numeral h), siendo este un tema de competencia misional del ICA.

En el artículo 22 de la citada Resolución se establecen las funciones del Sistema de Control para la Producción Ecológica, coordinado por la Dirección de Desarrollo Tecnológico del MADR. El ICA específicamente, se encarga del confeccionamiento y actualización de las listas de insumos permitidos, y en la formulación de instrumentos técnicos orientados a garantizar la inocuidad en la producción primaria de alimentos. (2021). 11 de marzo de 2021. Colombia posee el 0,08% de la participación de la agricultura orgánica a nivel mundial, sin embargo, ha mostrado un descenso en cantidad de hectáreas que tenía en años anteriores, poseyendo en 2009 47.776 ha, en 2010 33.334, en 2011 34.060, igual que en 2012. A fecha de 2007 Colombia vendió 13 millones de euros en exportaciones de productos orgánicos. (ICA, 2021)

Ilustración 8. Cultivos orgánicos en Hectáreas a nivel mundial.



Fuente: ICA, 2021. Nota: En cuanto a productos se encontraban palmitos con 6.850 ha, 2 ha de cereales, 164 de cacao, 9.580 de café, 8.322 de frutas tropicales y subtropicales y 82 ha de vegetales.

Nicho de negocio interdepartamental

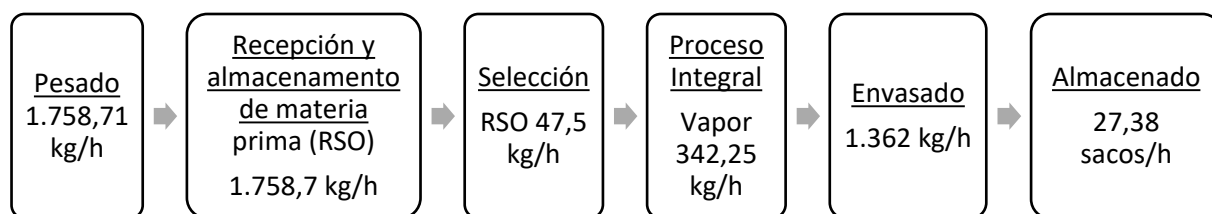
En este sentido, las producciones de arroz han sido unas de las principales afectadas a nivel nacional. “Hace 60 años, los suelos arroceros del Tolima disponían de entre 4,5% y 4,8% de materia orgánica, mientras que hoy en día están entre 1,2% y 1,5%, lo que ocasiona degradación. El costo de producción de arroz es alto en la actualidad por el gran uso de fertilizantes y pesticidas, pues hoy toca aplicar más que antes y se generan mayores costos”, apuntó Ordóñez.

En el mercado local se dispone el precio promedio de abono de este tipo entre \$240.000 y \$360.000 por tonelada. (Agronegocios, 2021)

Evaluación Tecnológica de manejo de RSO

El análisis técnico, como componente fundamental de la evaluación para identificar la tecnología para el tratamiento de RSO de la Localidad de Tunjuelito, económicamente viable, requiere examinar las diferentes etapas del proceso.

Ilustración 9. Etapas del proceso en planta de tratamiento de RSO seleccionada.



Fuente: Davila. E, (2019)

¿Por qué debe quedar en esta localidad? La planta de tratamiento se debe ubicar en la localidad de Tunjuelito ya que en esta solo opera una bodega de separación que no alcanza a ser ECA y la tasa de reciclaje es muy baja (NCU-UAESP, 2017). Generando 0.00048 Toneladas/día de RSO (Secretaría de Hábitat, 2021).

La evaluación de un tratamiento adecuado para el manejo de los RSO de la localidad de Tunjuelito de la ciudad de Bogotá se realizará a partir del análisis documental de trabajos de grado realizados en Instituciones de Educación superior como SENA, Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, Universidad Distrital Francisco José de Caldas y la Universidad Nacional de Colombia, entre otras.

La evaluación del tratamiento adecuado para el manejo de los RSO en la localidad de Tunjuelito está sujeto a modificaciones, dependiendo de las características de tiempo, lugar y espacio donde quedaría emplazada la planta de tratamiento, según las condiciones del interesado, teniendo en cuenta que la capacidad es de 28 ton/día,

por lo que el ideal es que el diseño sea evaluado posteriormente bajo estas nuevas condiciones.

Las actividades previas a la ejecución del proyecto, para Identificar el área requerida de implantación, requiere conocer el origen de los RSO creados por los agentes generadores (residencial de la localidad de Tunjuelito). Teniendo en cuenta la población de la localidad de Tunjuelito 225.511 (Secretaría de Gobierno, 2021)

Producción total

$$Rsp = Pob * PPC$$

Donde:

RSp= Cantidad de residuos sólidos producidos $(\frac{kg}{día})$

Pob= Población área urbana = 225.511 habitantes

PPC= Producción per cápita $(\frac{kg}{hab-día})$

$$Rsp = 110.072 \text{ (Kg/día) } / 225.511 \text{ hab} =$$

$$Rsp = 0,4881 \left(\frac{kg}{hab/día} \right)$$

$$\text{Comprobación} = 225.511 \text{ hab} * 0,4881 \left(\frac{kg}{hab/día} \right) = 110.072 \left(\frac{kg}{día} \right)$$

Siendo los $110,072 \left(\frac{kg}{día} \right)$ la producción de RSO aportadas por parte de la localidad de

Tunjuelito, así que la generación per cápita de generación es $0,4881 \left(\frac{kg}{hab/día} \right)$.

Ilustración 10. Producción de residuos orgánicos en Bogotá (ton/día)

LOCALIDAD	ORGÁNICOS (Ton/día)
Usaquén	187,79
Chapinero	60,39
Santa Fe	47,48
San Cristóbal	232,55
Usme	150,78
Tunjuelito	110,07
Bosa	343,88

Fuente. Secretaría de Hábitat. (2021). Nota: Se comprueba entonces que la proyección se dio correctamente, toda vez que la multiplicación entre el precipita por el número de habitantes de la localidad, da los 110.07 toneladas día, que dio la Secretaría de Habilidad, 2021. La generación precipita de RSO del agente generador seleccionado (residencial de la localidad de Tunjuelito) es de 0,4881 kg/hab-día.

Seleccionar un terreno adecuado para la construcción de la Planta de tratamiento de RSO

Se requiere un terreno donde serán descargados los RSO recogidos en las viviendas, en ella se descartarán los desechos no orgánicos que no pertenezcan a la descomposición del compost, tales como bolsas, empaque de polietileno, botellas entre otros.

Para seleccionar la localización del proyecto se tuvo en cuenta la macro localización y la micro localización en la localidad de Tunjuelito las cuales se enumeran las fuerzas locativas básicas:

- Servicios públicos
- Disponibilidad de materia prima
- Vías de comunicación
- Disponibilidad de transporte
- Disponibilidad de recurso humano
- Acceso al mercado (suministros, distribuidores)
- Seguridad

Capacidad de la planta de tratamiento de RSO

La planta de compostaje constará de una extensión aproximada de 2000 m² planos ubicado en la localidad de Tunjuelito el cual, estará constituido de servicios públicos tales como acueducto, alcantarillado y energía.

La capacidad instalada de la planta de tratamiento de RSO poseerá un aforo de 87.645 bolsas de 50 Kg de compost al año, equivalente a 14 toneladas día, la planta gestionará de lunes a sábado, 16 horas diarias, 314 días al año. La recolección de RSO en la localidad de Tunjuelito se realiza periódicamente de lunes a viernes.

Posteriormente pasan al proceso de descomposición el cual ocurre al interior del compostador, a temperaturas que oscilan entre los 65 C^a a 70 C^a, esto mediante un sistema de ventilación inducida para la etapa de maduración en la actividad microbiana.

La primera carga se obtiene en tres días consecutivamente el proceso se vuelve perenne. El rango de intervalo del PH óptimo oscila entre 6-8, la relación C,N es de 10:1 - 5:1, el material obtenido (Compost) no necesita cribado, las partículas obtenidas son ≤ 10 mm.

La operatividad de la maquinaria será manipulada por un operario que se encargará de inspeccionar las diferentes variables tales como la temperatura, humedad y el oxígeno de la mezcla. La humedad de los RSO disminuye en esta etapa del proceso en un 20% aproximadamente.

Se toma como parámetro la adquisición de tecnología, el compostador industrial "BIOCOMP TM5 CM" el cual tiene un aforo de 1800 kg/hora.

La producción de del agente generador RSO en la localidad de Tunjuelito residencial corresponde a 44,9 ton/día de RSO para el año 2021, de los cuales se

transformará el 12,77% de estos residuos en abono orgánico, equivalente a la generación de RSO de 32.639 habitantes. Teniendo en cuenta que la tecnología seleccionada y el espacio de recepción de residuos con un tiempo de espera de 3 días que tarda el proceso en la compostadora "BIOCOMP TM5 CM", trabajarán $14 \frac{\text{Ton}}{3 \text{ días}}$, es decir una producción de $140 \frac{\text{Ton}}{\text{mes}}$ de compost.

Cálculos para área de recepción de los RSO en la planta de tratamiento.

Calculo volumen de la cámara de recepción

$$V_c = \left(\frac{U_{RSO} * T_c}{\rho_{orgánico}} \right)$$

Donde:

V_c = Volumen cámara de recepción (m^3)

U_{RSO} = Cantidad de residuos sólidos urbanos ($\frac{Ton}{día}$)

$\rho_{orgánico}$ = Densidad RSO ($\frac{Ton}{m^3}$)

T_c = Tiempo de RSO en la Cámara (días)

Por lo tanto:

$$V_c = \left(\frac{14,06 \left(\frac{Ton}{día} \right) * 3días}{0,202 \frac{Ton}{m^3}} \right)$$

$$V_c = \left(\frac{42.18 (Ton)}{0,202 \frac{Ton}{m^3}} \right)$$

$$V_c = 208,81 m^3$$

Tabla 14. Las características del carro compactador

Compuerta abierta (Ca):	4m
Compuerta cerrada (Cc):	2,5m.
Ancho (Ac):	2,5m.
Longitud (Lc):	4.7m

Capacidad: 29 m³

Fuente: (Ávila. W, Moyano. J, 2019. p.19)

Se continúa entonces:

$$A_c = \frac{V_c}{H_c}$$

Donde H_c es la altura Cámara (m)

V_c= Volumen de la cámara en (m³)

$$A_c = \frac{208,81 \text{ m}^3}{2 \text{ m}} = 104,405 \text{ m}^2$$

Se debe tener en cuenta la medida del ancho del vehículo de ingreso de los RSO a la planta corresponda con el del compactador, así:

$$L_c = \frac{A_c}{B_c}$$

Donde:

A_c= Área de la Cámara en (m²)

H_c= Altura de la Cámara (m) (depende del vehículo de transporte)

B_c= Base de la Cámara (m) (depende del vehículo de transporte)

L_c= Largo de la Cámara (m)

$$L_c = \frac{104,405 \text{ m}^2}{3 \text{ m}}$$

$$L_c = 34,80 \text{ m}$$

Cabe mencionar que la base de la Cámara de recepción deberá tener una zona de pesaje y una pendiente de entre 2 y 3%. (Ávila. W, Moyano. J. 2019. P.25), la zona de pesaje es adicional al área calculada del área de recepción, toda vez que va empotrada

en el piso y debe pesar el carro compactador y su contenido.

Adicionalmente, según (Saldarriaga. C, del 25/06/2021) no se puede superar la capacidad de la planta de 54 toneladas/día, para así evitar realizar el procedimiento de licencia ambiental de la obra. Como mínimo debe haber 5 zonas en la planta de tratamiento y el área mínima para ello oscila entre 2000 y 2500 m², según los pilotajes que se han venido desarrollando por parte de la UAESP los tiempos de retención son de 8 – 10 semanas y mínimo se deben manejar de 10 – 15 toneladas/día de RSO para recuperar la inversión a 3 años. Los datos anteriores para plantas que trabajen con tecnología de compostación con aireación forzada y recirculación de lixiviados, volteo semanal, sin monitoreo automatizado para lograr un compost tipo A (según clasificación del ICA), al 70% de material producido, a partir del tratamiento de 4000 toneladas/día de RSO, se requiere piso duro, techado, agregación de compuestos biológicos como roca fosfórica, para lograr mezclas estabilizadas que cumplan con los requerimientos del ICA, (Saldarriaga. C. (del 25/06/2021) y brindaron el documento titulado “GUÍA PARA LA LOCALIZACIÓN DE PREDIOS PARA PROYECTOS DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN BOGOTÁ – UAESP” donde se indica las zonas que no se puede construir, como en zona de manejo y preservación ambiental – ZMPA, en zonas de alto riesgo, pendiente máxima que debe respetar, entre otras características técnicas para localizar el predio donde se pueda realizar el aprovechamiento de los RSO.

Análisis económico

Identificación de recursos

La financiación se realizara con pasivos mediante créditos con la banca por un valor de \$ 3.153.824.356 para materializar la presente propuesta es necesario disponer de elementos físicos, humanos e intangibles principalmente, en los recursos físicos materializará la planta de tratamiento de RSO, el personal humano realizara las actividades técnicas y operativas, finalmente los recursos intangibles serán soportados con el cumplimiento normativo que implica la actividad económica de manejo integral de RSO.

Físicos

La planta de tratamiento de compostaje constara de la siguiente maquinaria.

Pesado:

1.758,71Kg/h de RSO ingresará a la planta de tratamiento, es decir 14,07 toneladas en 16 horas laborales, equivalentes a un día laboral. El camión de basura ingresará a la planta y será pesado en la báscula digital.

La báscula está conectada a un PC la cual graba los índices de pesos para luego ser imprimidos o enviados por celular.

Ilustración 11. Balanza Electrónica Camioneras.



Fuente: PRECISUR. Nota: Precio: 3300 usd,
Cop: \$13,134.000 (Alibaba, 2021)

Tabla 15. Ficha Técnica Balanza Electrónica Camioneras.

Características Técnicas	Descripción
Marca	Precisur
Material	Concreto- metálico
Modelo	Balanza camionera tipo Fosa
Capacidad (t/hora)	30 000 t
Consumo (kW/h)	8,5
Ancho(m)	3,5
Largo(m)	9,15
Altura(m)	0,18

Fuente: PRECISUR

Recepción y almacenamiento de materia prima

Los RSO ingresan a las cámaras de almacenamiento, los cuales son transportados por medio de cargadores hacia las tolvas elevadoras.

Ilustración 12. Minicargador.



Fuente: (Mercado Libre. 2021) Nota: Precio \$68.000.000

Tabla 16. Ficha técnica Minicargador.

Marca	Bobcat Minicargador
Modelo	Turbo Diesel Americano
Año	2008
Capacidad de carga	1000 kg

Fuente: (Mercado libre, 2021)

Ilustración 13. Cinta transportadora elevadora.



Fuente: Maquinaria10, 2021. Nota: Precio \$13.559.000

Tolva transportadora 1

Es un dispositivo de forma cónica y de paredes inclinadas hechas de acero inoxidable que son apropiadas para el almacenamiento de cualquier tipo de materia prima, de tal forma que la carga se realice por la parte inferior y la descarga por la compuerta superior, esta descarga será trasladada por una banda transportadora hacia el siguiente proceso.

Mesa Vibratoria de selección

Diseñado para medianas y pesadas piezas de tamaño, teniendo aplicaciones de precisión, manipulación a granel, tolva de carga, bandeja de recuperación de líquidos, variador de velocidad y de altura. La superficie de la mesa no es plana completamente tiene un alto relieve para que la materia prima este en movimiento.

Ilustración 14. Mesa Vibratoria de selección



Fuente: Alibaba, 2021. Nota. Es útil en el momento de retirar los elementos inorgánicos del proceso, así como algunos RSO cítricos.

Tabla 17. Ficha Técnica Mesa Vibratoria de selección.

Características Técnicas		Tolva Transportadora
Tolva	Material	Acero inoxidable
	Capacidad (t/hora)	2
	Área superior (cm)	120 x 60
	Área inferior (cm)	70 x 30
	Altura(cm)	80
	Espesor (cm)	0,3175
Faja Transportadora	Material	Caucho
	Largo (m)	4,5
	Ancho (cm)	80
	Altura(m)	2,5
	Ángulo de inclinación	35°
Tolva de descarga	Área superior(cm)	120 x60
	Área inferior (cm)	58 x 47
	Altura(cm)	50
	Material	Acero inoxidable
	Motor (kW/h)	2,2

Fuente: Alibaba, 2021

En la parte del montaje las estructuras como: las tolvas, bandas transportadoras y mesa de selección van empernados para mayor facilidad de ensamblado y

mantenimiento. Las estructuras donde se montan las máquinas o también llamado chasis son soldadas.

En la etapa de selección habrá una inspección en la cual generará RSO no compostables y estos serán desechados en un contenedor.

Ilustración 15. Tolva Transportadora.



Fuente: Alibaba, 2021. Nota: Precio \$13.559.000

Tabla 18. Ficha Técnica Tolva transportadora.

Características Técnicas	Tolva Transportadora	
	Acero inoxidable	
Tolva	Material	Acero inoxidable
	Capacidad (t/hora)	2
	Área superior(m)	2 x 2
	Área inferior (cm)	80 x 70
	Altura(m)	1,3
	Espesor (cm)	0,3175
Faja Transportadora	Material	Caucho
	Largo (m)	4,5
	Ancho (cm)	80
	Altura(m)	2
	Ángulo de inclinación	25°
Motor (kW/h)	2,2	

Fuente: Alibaba, 2021

Proceso Integral de compostaje

Una vez seleccionada los RSO, estos pasan al compostador industrial Biocomp TM5 CM la cual homogeniza (trituración) descomposición y maduración automáticamente mediante una faja transportadora, al compostador para posteriormente ingresar al proceso de trituración. En el Blocomp TM5 CM.

Compostador Industrial

Es un equipo integrado por un compostador Biocomp TM5 CM* y dos filtros, para el tratamiento de voluminosos residuos orgánicos, equipado por un sistema doble de aireación, cámara de maduración interna, permitiendo la eficiencia en el proceso de compostaje industrial.

Partimos de la separación y la selección del residuo. A partir de ahí todo el proceso lo hace el compostador: triturado, mezcla homogénea, descomposición, Maduración, descarga programable del compost listo, la operación de cribado yano es necesario dado la efectividad del proceso.

El compostador industrial Biocomp trabaja con una capacidad de 1800 kg/h y obtiene la primera carga en 3 días y después trabaja de forma continua y automatizada, reduciendo considerablemente el tiempo de compostaje. El impacto generado es muy leve ya que no se producen emisiones de gases contaminantes, ni lixiviados (residuos líquidos), drástica reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero medidas en CO₂ e inaccesibilidad de roedores o insectos por lo que las instalaciones estarán siempre limpias.

El control del proceso se lleva a cabo a través de un PLC o de un microprocesador de sistema de control integral CIMP, este sistema permite supervisar cualquier incidencia en el funcionamiento del equipo y asegurar un mantenimiento adecuado de la máquina. Todo ello permite un control las 24h del día, los 365 días del año,

facilitando la corrección de los fallos, tanto en los equipos, como en el proceso de compostaje y asegurando así el grado óptimo de operatividad.

Ilustración 16. Compostador Industrial BiocompTM5 CM



Fuente: Kollvik Recycling, 2021. Nota: Precio \$359.121.546.

Tabla 19. Ficha Técnica de Compostador Industrial BiocompTM5 CM*

Características Técnicas	Compostador industrial
Material	Acero inoxidable
Modelo	Compostador industrial BiocompTM5 CM*
Capacidad (kg/hora)	1800
Peso	2,877 kg
Ancho(m)	2,312
Largo(m)	7,580
Altura(m)	1,874
Tolva Carga (cm)	612 x 500
Aislamiento intermedio	Si
Tanque exterior de acero	Si
Tanque interior anti-corrosión	Calorifugado
Triturador interno	Si
Homogenización	Si
Descarga	Programable
Oxigenación	Controlada por microprocesador

Extracción de vapor de agua	Controlada por microprocesador
Funcionamiento	Programable a voluntad
Control de temperatura	En continuo
Carenado de protección	2+2 Trampillas de inspección
Potencia Instalada (Kw)	9,84
Voltaje (V)	400 – trifásico
Consumo diario (Kw/h)	6,7
Montaje incluido	Si
Cámara Maduración Integrada	si

Fuente: Kollvik Recycling, 2021

Tabla 20. Ficha Técnica de Biofiltros

Características Técnicas	Biofiltros
Biofiltro Modelo	B-PET-1
Dimensiones exteriores	1 000 x 600 x 600
Dimensiones interiores	960 x 570 x 570
Capacidad superficie filtrante	0,32 m ³
Altura filtración	570 mm
Entrada y salida de aire	(∅) 120
Puertas	1
Fondo	Malla 30 mm

Fuente: Kollvik Recycling, 2021

Ilustración 17. Palets



Fuente: Mercado libre. 2021 nota: Precio \$13.000 cada una, se requerirían 140, para un total de \$1.820.000

Ilustración 18. Gato estibador.



Fuente: Mercado Libre, 2021. Nota. Precio \$2.052.000

Características técnicas: Ruedas delanteras de nylon, Rodillos traseros de nylon, No raya las superficies, sistema tándem para mayor estabilidad, capacidad 3 toneladas, elevación máxima 19cm, altura 124 cm, ancho de brazos 15,9cm, longitud de brazos 122 cm, espacio entre brazos 36,5 cm.

Envasado:

El compost es transportado mediante una cinta transportadora la cual ingresa el material al área de envasado para posteriormente envasarlos en sacos de 50 kg de polipropileno.

Ilustración 19. Balanza de plataforma



Fuente: Alibaba, 2021. Nota: Precio \$597.000

Máquina portátil de peso ligero, de fácil manejo con corta hilos automáticos.

Cosedora de Sacos:

Ilustración 20. Cosedora de Sacos



Fuente: Mercado libre, 2021. Nota: Precio \$495.000

Ilustración 21. Montacargas



Fuente: Mercado Libre, 2021. Precio \$42.000.000

Tabla 21. Características montacarga.

Marca	Toyota
Modelo	308FGJ35
Año	2014

Marca del motor	TOYOTA
Tipo de combustible	Gasolina
Capacidad de carga	3500 kg
Transmisión	Automática
Costo	42.000.000

Fuene: Mercado Libre 2021.

El montacargas permite transportar desechos orgánicos en las bolsas Big Bag del muelle al camión, también sirven para trasladar el producto terminado a las bodegas para su posterior distribución.

Una vez que el producto terminado este puesto en los palets este será trasladadoal área de almacén a través de un montacarga.

Son utilizadas en el transporte y almacenaje de los productos tanto para el mercado nacional, como para la exportación.

Aspectos administrativos

Está conformada por empleados de planta, vendedores y área administrativa

Recursos económicos que se utilizarán en la planta de compostaje:

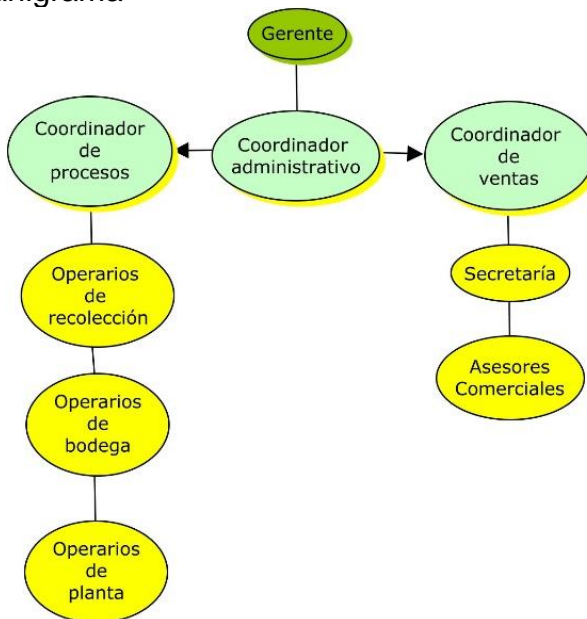
Humanos

Los operarios serán los recicladores de oficio para así impactar positivamente el componente social del proyecto y beneficiar a las personas de ese perfil que cumplan con los requisitos básicos en la localidad de Tunjuelito.

El Gerente debe tener formación ambiental, preferiblemente ingeniero o administrador ambiental, por idoneidad en el cargo.

El coordinador de procesos debe ser un ingeniero industrial o a fin y el coordinador de ventas debe ser economista o a fin. Los Asesores comerciales debe estar titulado por el SENA, donde hay una carrera específica a nivel tecnológico (SENA, 2021)

Ilustración 22. Organigrama



Fuente: Propia, 2021

- Gerente general
- Coordinador de procesos
- Operarios de bodega
- Operarios de planta
- Coordinador administrativo
- Conductores
- Secretaria administrativa
- Coordinador de ventas
- Asesores comerciales

Intangibles

Plan de ordenamiento territorial del “Renacimiento de Bogotá” 2022 -2035

Conformación de la empresa según criterios de Cámara de Comercio de Bogotá.

Requisitos del ICA para certificación y demás cumplimientos normativos como la Norma Técnica Colombiana 40 15/06/2011.

El predio donde se implantará la planta de tratamiento para manejo de RSO en la Localidad de Tunjuelito debe estar en suelo de expansión urbana, suelo rural o suburbano, mas no en zonas destinadas para uso comercial, residencial, áreas protegidas ni espacio público. Debe tener vías de acceso de acuerdo con el Decreto 190 de 2004 *“Por medio del cual se compilan las disposiciones contenidas en los Decretos Distritales 619 de 2000 y 469 de 2003”*. La distancia mínima entre la planta y los cuerpos debe ser de >30m de cuerpos de agua y >100m de nacimientos de agua. No debe tener riesgo alto de inundaciones, incendios forestales, avenidas torrenciales, movimientos en masa según el IDIGER y las condiciones del predio deben ser de las características de

lote, es decir sin o poca infraestructura construida, finalmente no puede haber 3 o mas de este tipo de establecimientos en el área de influencia directa de la planta (60-100m a la redonda): Colegios, hospitales, instalaciones militares, elaboración y transformación de alimentos, instalación de formulación y elaboración de medicamentos ni comedores comunitarios. (UAESP, 2019). En base a los antecedentes, varios proyectos realizados en Bogotá y el país, los terrenos han sido donados o prestados, como por ejemplo la experiencia en el relleno sanitario por medio de la empresa de recicladores SINEAMBORE el cual se le presto el terreno por parte de Avianca. Por lo que se contaría para el predio con formas de comodatos o convenios para realizar el manejo de los RSO en la Localidad.

Costos Operativos

Ya identificados la mayoría de los recursos por fase del tratamiento, se procede a realizar la contabilización de los costos por precios de cantidad demandada.

Tabla 22. Costos por recurso físico identificado.

RECURSOS	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	PRECIO TOTAL
Terreno (punto propiedad,2021)	1500.000.000	1	250.000.000
Bodega	560.000.000	1	560.000.000
Montacarga	42.000.000	1	42.000.000
Computador	2.500.000	2	5000000
Impresora	850.000	1	850.000

Fuente: Dávila. E. 2019

Tabla 23. Tabla costes de maquinaria

Maquinaria	N° Maquinas	Precio unitario (Cop)	Costa Total (cop)
Balanza electrónica camiones	1	13.134.000	13.134.000
Módulo de selección	1	17,114,000	17,114,000
Biocomp	1	359.121.546	359.121.546
Balanza	1	597.000	597.000
Cosedora	1	463.700	463.700

TOTAL

381.308.700

Fuente: Dávila. E. 2019

Tabla 24. Tabla costo de equipos

Equipos	Cantidad	Precio unitario cop	Costo total
Contenedores	5	24.148	120.470
Mesa vibratoria	1	17.114.000	17.114.000
Mesa de selección	1	4.776.000	4.776.000
Parihuelas	140	13.000	1.820.000
Mini cargador	1	68.000.000	68.000.000
Montacargas	1	42.000.000	42.000.000
TOTAL			133.722.470

Fuente: Dávila. E. 2019

Tabla 25. Costo de mobiliario y equipo de oficina

Mobiliaria y equipos	Cantidad	Costo unitario cop	Costo Total Cop
Escritorios	6	320.000	1.920.000
Sillas de oficina	11	139.000	1.529.000
Mesas varias	7	949.900	6.643.000
Estante	8	1,200.000	9.600.000
Computadores	4	1.800.000	7.200.000
impresoras	1	1.920.000	1.920.000
Teléfono	4	34.900	139.600
TOTAL			28.951.600

Fuente: Dávila. E. 2019

Tabla 26. Equipos para laboratorio de calidad

Equipos y materiales	Cantidad	Costo unitario cop	Costo total cop
Medidor de humedad			
BIO200 (Mercado Libre, 2021)	1	1.407.175	1.407.175
PHmetro (Amazon, 2021)	1	198.660	198.660
Analizador de C/N FP828 LEVCO	1	2.648.800	2.648.800
Espectrofotómetro UV visible	1	3.784.000	3.784.000
Fotómetro de flama	1	3.311.000	3.311.000
tamiz	1	498.542	498.542
Total			11.848.177

Fuente: Dávila. E. 2019

Tabla 27. Equipos de protección

Equipo de protección social	Número de empleados	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Costo Total
Casco ABS banco	17	17	Und.	64.000	1.088.000

Guantes nylon con poliuretano (Mercado Libre)	10	10	Und.	18.500	185.000
Mascarillas	17	1	Caja (20 unid)	19900	238.800
Gafas seguridad industrial (Mercado Libre, 2021)	10	10	unid	19900	199.000
Total					1.710.280

Tabla 28. Carteles de señalización

Carteles de señalización	cantidad	Precio unitario	Costo total
Carteles de señalización para la etapa de construcción	17	4730	80.410
total			80.410

Tabla 29. Permisos

Nombre	Cantidad	Precio unitario	Precio total (cop)
Licencia para construcción	1	56.000.000	56.000.000
Impuesto y delineación urbana	1	113.000.000	113.000.000
total			169.000.000

Capital de trabajo

Materias primas

Las materias primas se obtienen por la recolección de la localidad de Tunjuelito

Empaques y embalajes

A continuación, se describe los costos demandados de los sacos de polipropileno e hilos.

Tabla 30. Costo de hilos

Periodo	Hilo (conos)	Costo unitario (cop)	Costo total (cop)
2021	21	8800	184,800

Fuente: Mercado Libre, 2021

Al ser doble jornada laboral se tiene que:

Tabla 31. Lonas hechas de polipropileno

Periodo	Sacos de polipropileno	Costo unitario (Cop)	Costo total (cop)
2021	87.645	2.472	216.658.440

Fuente: Mercado Libre, 2021. Nota: El precio de 32 sacos des de \$89.000

Tabla 32. Sueldo mano de obra directa operarios

Cargo	Cantidad	Sueldo unitario	Sueldo anual Cop	Sueldo anual total con prestaciones sociales (Cop)
Operarios	10	1.200.000	120.000.000	23.132.160
Total			120.000.000	231.321.600

Tabla 33. Mano de obra administrativa

Cargo	Cantidad	Sueldo	Sueldo anual	Sueldo anual total con prestaciones sociales (Cop)
Gerente	1	2.500.000	30.000.000	48.192.000
Jefe de contabilidad	1	1.800.000	21.600.000	34.698.240
Jefe de logística	1	1.600.000	19.200.000	30.842.880
Jefe de producción	1	1.600.000	19.200.000	30.842.880
Técnico de mantenimiento	1	1.350.000	16.200.000	26.023.680
Vigilante	2	1.800.000	43.200.000	69.396.480
Total	7		149.400.000	239.996.160

Fuente: Dávila. E, 2019

Tabla 34. Tabla costo anual de agua

Área	Consumo mensual (m3)	Tarifa (cop/m3)	Costo anual (cop)
Administración	73,6	3721	3.286.387
Total			3.286.387

Fuente: Acueducto de Bogota,2021

Tabla 35. Tabla costo anual de electricidad por equipos área de administración

Equipos	Potencia total (kwh)	Consumo anual (Kw)	Tarifa (cop/Kw)	Costo anual (Cop)
Computadores	1,60	4200	631,76	2.653.392
Impresoras	0,16	412	631,76	260.285
Teléfono	0,07	185	631,76	116.875
Total	1,83			3.030.552

Fuente: Davila. E, (2019)

Tabla 36. Kw/h consumidos por la maquinaria de producción

Equipos	Kwh
Balanza electrónica de camiones	8,5
Módulo de selección	7,9
Biocomp	6,7
Cosedora	0,55
total	23,65

Fuente: EPM, 2021

Tabla 37. Costo anual de electricidad por áreas.

Área	Consumo (kw)/h	Tarifa (cop/Kw)	Costo anual (cop)
Planta	25,2	631,76	79.729.122

Fuente: Dávila. E. (2019). Nota: Valor un sol peruano es igual a 940,83 a precios de 20-8-2021.

Tabla 38. Tabla gastos oficina.

Gastos	Unidad	Cantidad mensual Cop	Costo unitario	Costo anual Cop
Hojas bond	paca	5	7500	37.500
Tinta para impresora	paquete	2	25.000	50.000
Grapadoras	paquete	3	7500	22,500
Sellos y tapones	unidad	16	8200	131.200
Sobres y fólderres	paquetes	12	3500	42.000
lapiceros	docena	3	13000	39.000
lápices	docena	3	15000	45.000
Total				367.200

Edificios y construcciones

Para la realización del cálculo se tomó de las edificaciones y construcciones del año 2017, se realizó conversión divisa a precios de hoy.

Tabla 39. Tabla edificio y construcciones

Construcciones		Valores unitarios de edificaciones (S/m ²)	conversión de soles a pesos
Estructuras	Muros y columnas	218,45	199.759,42
	Techos	133,41	121.995,44
Acabados	Pisos	93,31	85.326,40
	Puertas y ventanas	96,2	87.969,13
	Revestimiento	119,65	109.412,75
	Baños	34,94	31.950,53

Fuente: Davila. E. (2019). Nota: Valor un sol peruano es igual a 940,83 a precios de 20-8-2021.

Tabla 40. Costo de edificios y construcciones

Área	m ²	muros y columnas (S)	techos (S)	Pisos (S)	Puertas y ventanas (S)	Revestimientos (S)	(total (S))
Área de Pesado	340			31.725,40		40.681,00	72.406,40

Almacén de Materia Prima	500,0	109225	66705	46655,0		59825,0	282410,0
Área de Producción	135,0	29490	18010	12596,9	2300	16152,8	76250,7
Almacén de Producto Terminado	950,0	207527	126739	88644,5	18500	113667,5	536579,0
Almacén de Insumos	8,0	1747	1067	746,5	139	957,2	4518,6
Laboratorio de Control de Calidad	18	3932	2401	1679	407	2153	10166
Área de Mantenimiento	23	5024	3068	2146	485	2752	12990
Área de administración	31	6772	4135	2892	649	3709	17509
Servicios higiénicos operarios	7					244	244
Servicios higiénicos de administración	7					244	0,0
Vestidores	45	9830	6003	4199	939	5384	25416

Comedores	80	17476	10672	7464	1765	9572	45185,6
Seguridad	5	1092	667	466	725	598	2824
Estacionamiento	550			51320			51320
Área de desechos y residuos	12	2621	1600	1119	1286	1435	6777
Total	2711						S/.1.144.845

Valor un sol peruano es igual a 940,83 a precios de 20-8-2021

Costo total en pesos: \$1.077.105.274

Instalaciones

El costo por instalación de agua fría, caliente, electricidad trifásica, red de teléfono es de S/. 84,36 por m².

Tabla 41. Instalaciones eléctricas y sanitarias

Área	m2	Instalaciones eléctricas sanitarias (S)
Área de Pesado	340	28682,4
Almacén de Materia Prima	500,0	42180
Área de Producción	135,0	11388,6
Almacén de Producto	950,0	80142
Terminado		
Almacén de Insumos	8,0	674,88
Laboratorio de Control de	18,0	1518,48
Calidad		
Área de Mantenimiento	23,0	1940,28
Área de administración	31,0	2615,16
Servicios higiénicos operarios	7,0	590,52
Servicios higiénicos de administración	7,0	590,52
Vestidores	45,0	3796,2
Comedores	80,0	6748,8
Seguridad	5,0	421,8

Estacionamiento	550,0	46398
Área de desechos y residuos	12,0	1012,32
Total	2711,0	S/. 228.699,96

Fuente: Davila. E, 2019. Nota: Valor un sol peruano es igual a 940,83 a precios de 20-8-2021

El costo de las instalaciones eléctricas y sanitarias es de \$215.167.783

Tabla 42. Capacidad de la planta

Año	Capacidad (bolsas 50kg)
2021	137.018

Fuente: Mercado Libre, 2021. Nota: Se debe resaltar que se utilizara el 73,71% de la totalidad de capacidad de la planta, de acuerdo con las necesidades del mercado.

Evaluación Económica y financiera

Se presenta el resumen total de ingresos anuales de la planta de tratamiento para el manejo de los RSO en la localidad de Tunjuelito así:

Tabla 43. Ventas anuales

Año	Producción de compost (sacos)	Precio de venta (COP/saco)	Total ingresos
2022	101.000	25.000	2.525.000.000

Fuente: Propia, 2021. Nota: Se estima que el crecimiento en ventas será de 3,5% anual.

Presupuesto de costos

Costos de producción

A continuación, se ilustrará la estructura de costos de producción de planta de tratamiento para el manejo de los RSO en la localidad de Tunjuelito proyectada a 5 años.

Tabla 44. Costos de producción

Costes fijos	Valores COP
Equipos de protección	1.710.280
Carteles de señalización	80.410
Mano de obra administrativa	239.996.160
Costo anual de agua	3.286.387
Costo anual de electricidad por equipos área de administración	3.030.552
Gastos oficina	367.200
Gastos de mantenimiento	29.192.073

Total costos	277.663.062
fijos	

Fuente: Propia, 2021. Nota: El incremento de los costos se estima en el un 3% para los próximos 4 años.

Tabla 45. Costos variables.

Empaques y embalajes	216.658.440
Costo de hilos	184.800
sueldo mano de obra directa operarios	231.321.600
electricidad por áreas	79.729.122
Total Costes Variables	527.893.962
Costes totales	805.557.024

Puntos de equilibrio económicos dinámicos

El punto de equilibrio económico dinámico define los límites operativos de producción en el cual permite, con base de las demás variables constantes, que el proyecto compense los requerimientos mínimos para ser económicamente viable.

Tabla 46. Puntos de equilibrio económicos dinámicos

VAN	Variables	Cantidades esperadas en el proyecto	Puntos de equilibrio con referencia al VPN	Variación porcentual
	Precio de venta unitario	\$ 25.000	24.277	2,98%
	Bultos de 50 kg	101.000	98.078	2,98%
	Costos fijos	\$ 277.663.062	352.749.563	27,04%
	Costos variables	\$ 527.893.962	602.980.463	14,22%
	Tasa impositiva	32%	36%	12,50%
	tasa de descuento	8,80%	24,50%	210,00%

Fuente: Propia, 2021

Depreciación

Se presenta a continuación la depreciación por años de los activos fijos anualmente y proyectado.

Tabla 47. Depreciación de activos fijos.

Descripción	Valor a depreciar COP	Años a depreciar	Depreciación anual	Depreciación a 5 años COP
Maquinaria y equipo	1.685.429.934	20	84.271.496	421.357.480
Equipos de oficina	163.813.760	5	32.762.752	163.813.760
Total	165.499.189		117.034.248	585.171.240

Fuente: Propia, 2021.

Estados financieros proyectados

A continuación, se desarrollarán el análisis financiero y económico el cual permitirá calcular los indicadores financieros.

Tabla 48. Amortización

Años	Saldo	Interés	Cuota	Amortización
0	\$3.153.824.356			
1	\$ 2.667.452.401	411006390	\$ 897.378.344	\$ 486.371.954
2	\$ 2.117.696.454	347622397	\$ 897.378.344	\$ 549.755.948
3	\$ 1.496.296.311	275978202	\$ 897.378.344	\$ 621.400.142
4	\$ 793.915.302	194997335	\$ 897.378.344	\$ 702.381.009
5	-\$ 0,00	103.463.042	\$ 897.378.344	\$ 793.915.302

Fuente: Propia, 2021. Nota: La DTF fue extraída de Grupo AVAL, 2021

Tabla 49. Flujo de caja totalmente neto.

	0	1	2	3	4	5
Ingresos totales		2.525.000.	2.555.300.	2.585.963.	2.616.995.	2.648.399.
		000,0	000,0	600,0	163,2	105,2
(Costos de producción)		805.557.0	833.751.5	862.932.8	893.135.4	924.395.2
		24,0	19,8	23,0	71,8	13,4
(Intereses)		351.864.0	297.600.7	236.265.8	166.937.8	88.575.07
		00,0	43,1	98,0	96,9	0,3
(Depreciación)		117.034.2	117.034.2	117.034.2	117.034.2	117.034.2
		48,0	48,0	48,0	48,0	48,0
Utilidad gravable)		1.250.544.	1.306.913.	1.369.730.	1.439.887.	1.518.394.
		728,0	489,1	631,0	546,5	573,5

(Impuestos)		400.174.3	418.212.3	438.313.8	460.764.0	485.886.2
		13,0	16,5	01,9	14,9	63,5
Utilidad neta)		850.370.4	888.701.1	931.416.8	979.123.5	1.032.508.
		15,0	72,6	29,1	31,6	310,0
Depreciación		117.034.2	117.034.2	117.034.2	117.034.2	117.034.2
		48,0	48,0	48,0	48,0	48,0
(Pagos de capital)		897.378.3	897.378.3	897.378.3	897.378.3	897.378.3
		44,5	44,5	44,5	44,5	44,5
Flujo de caja neto		70.026.31	108.357.0	151.072.7	198.779.4	252.164.2
		8,6	76,1	32,6	35,1	13,5
Inversión en	2.267.104.					
activos fijos	004,0					
Inversión en capital	530.250.0	6.363.000,	6.439.356,	6.516.628,	6.594.827,	
de trabajo	00,0	0	0	3	8	
(Prestamos)	3.153.824.					
	356,0					
Inversión neta	-	6.363.000,	6.439.356,	6.516.628,	6.594.827,	
propia	356.470.3	0	0	3	8	
	52,0					
Flujo de caja	-	63.663.31	101.917.7	144.556.1	192.184.6	252.164.2
totalmente neto	356.470.3	8,6	20,1	04,3	07,3	13,5
	52,0					

Fuente: Propia, 2021

Tabla 50. Inversión

Inversiones totales	Valor
Terreno	250.000.000
Costos de maquinaria	381.308.700
Costo de equipos	133.722.470
Costo de mobiliario y equipo de oficina	28.951.600
Equipos para laboratorio de calidad	11.848.177
Permisos de licenciamiento	169.000.000
Edificios y construcciones	1.077.105.274
Instalaciones eléctricas y sanitarias	215.167.783
TOTAL	2.267.104.004

Fuente: Propia, 2021

Evaluación económica financiera

Se realizará la evaluación económica y financiera de los indicadores VAN, TIR, la R B/C y el WACC.

Tabla 51. Indicadores Financieros.

VAN	TIR	R(b/c)	WACC
\$217.488.629,5 COP	24,5%	1,61	8,8%

Fuente: Propia, 2021.

El valor presente neto es el resultado matemático de traer a valor presente neto con una tasa de descuento el valor presente de los ingresos y el valor presente de los egresos del flujo de caja totalmente neto. Para determinar la viabilidad del proyecto se deben cumplir los siguientes parámetros:

- VAN > 0 el proyecto es viable
- VAN < 0 el proyecto se rechaza porque no es viable
- VAN = 0 significa que no hay pérdidas ni ganancias, por lo tanto es indiferente para el inversionista.

Para el caso en estudio el VAN es mayor que 0, por lo tanto financieramente es viable.

La TIR es la rentabilidad anual del proyecto, el cual indica que es viable financieramente, ya que es mayor que el WACC.

La relación beneficio Costo se obtiene del cociente entre el valor presente los ingresos y el valor presente de los egresos. Por cada peso invertido en el proyecto, este retornara para el caso concreto, 1,61 centavos de los cuales 0,61 centavos es la utilidad durante la ejecución del proyecto.

Tabla 52. Datos necesarios para cálculo de relación costo beneficio

AÑOS	VALORES
Valor presente de los ingresos	573.958.981,5
Valor presente de los egresos	356.470.352,0

Fuente: Propia, 2021

$$R(b/c) = \frac{573.958.981,5}{356.470.352,0}$$

$$R(b/c) = 1,61$$

Periodo de Recuperación de la inversión (Stay back)

En la siguiente tabla se puede observar el periodo de recuperación de la inversión, teniendo en cuenta la variable: Tiempo.

Tabla 53. Recuperación de la inversión

Años	Flujo	VP de los flujos	Periodo recuperación descontado
0	-	-356.470.352,0	-356.470.352,0
	356.470.352,0		
1	63.663.318,6	58.947.517,2	-297.522.834,8
2	101.917.720,1	87.378.017,9	-210.144.816,9
3	144.556.104,3	114.753.296,2	-95.391.520,7
4	192.184.607,3	141.261.423,6	45.869.902,9
5	252.164.213,5	171.618.726,6	217.488.629,5
periodo de			4,40501
recuperación			

Fuente: Propia, 2021. Nota: Tal como se observa en la tabla, a partir del 4 año se inicia la recuperación de la inversión en un tiempo aproximado de 4,4 años.

El WACC o CCPP costo de capital promedio ponderado es la tasa de descuento, el cual mide el costo promedio, el costo de apalancamiento con recursos de terceros es del 8,8%, es lo que cuesta la financiación el cual se calculó así:

Como la financiación fue con terceros pasivos no utilizaremos (Ke) equity por lo tanto no utilizaremos el modelo Capital Asset Pricing Model.

$$WACC = Kd(1 - tx)$$

$$WACC = 0,13032(1 - 0,32)$$

$$WACC = 0,0886$$

Financiamiento

El proyecto se financiará con recursos propios por un valor de \$3.153.824.356 millones de pesos a una tasa DTF + 10,86 E.A

El cual equivale a

DTF=1,96

Puntos= 10,86

$$it = (i1 + i2) + (i1 * i2)$$

$$i1 = \text{tasa DTF}$$

$$i2 = \text{spreads} = 10,86$$

$$it = (0,0196 + 0,1086) + (0,0196 * 0,1086)$$

$$it = 0,1303 \text{ E. A}$$

$$\text{Cuota} = -\$ 897.378.344,49$$

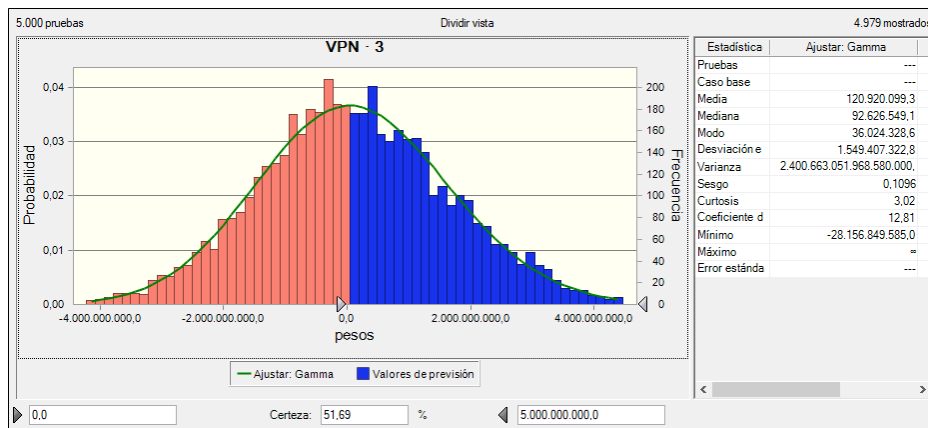
$$n = 5 \text{ años}$$

$$\text{Tasa} = 13\%$$

Análisis de riesgo y de sensibilidad

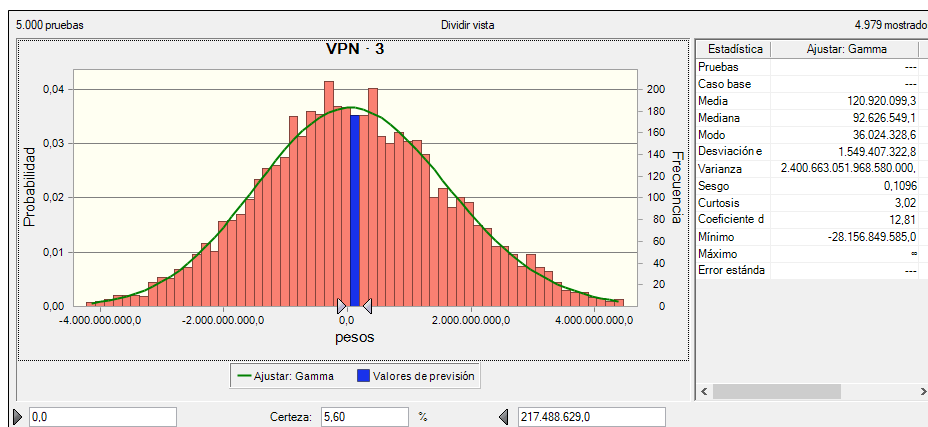
Se realizaron 4947 iteraciones con un nivel de confianza del 95% se tomaron 5 Suposiciones, la distribución que más se ajusta es una Gamma:

Tabla 54. Nivel de probabilidad 0 a 5000.000.000



Fuente: CrystalBall, 2021. Nota: En nivel de certeza de obtener un VPN con un rango entre 0 a 5000.000.000 es del 51,69% siendo el caso base de del VPN por valor 217.488.629.

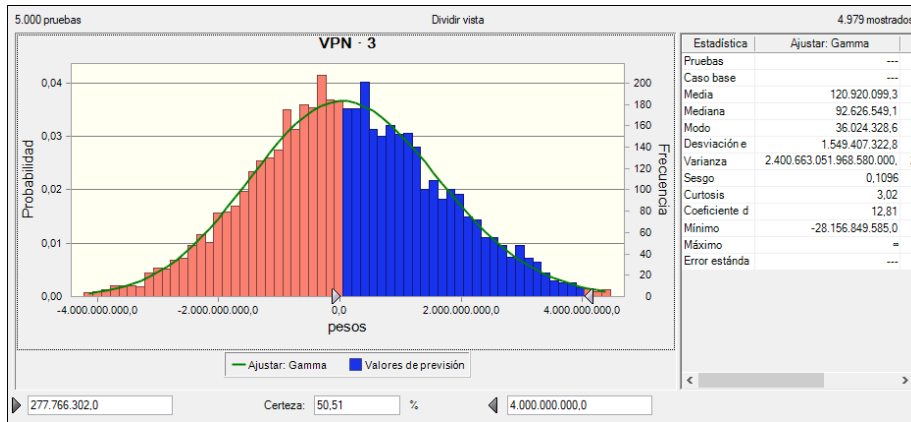
Tabla 55. Nivel de probabilidad de obtener VNA de de 217.488.629



Fuente: CrystalBall, 2021. El nivel de certeza de obtener un VNA de 217.488.629 es del 5,60%

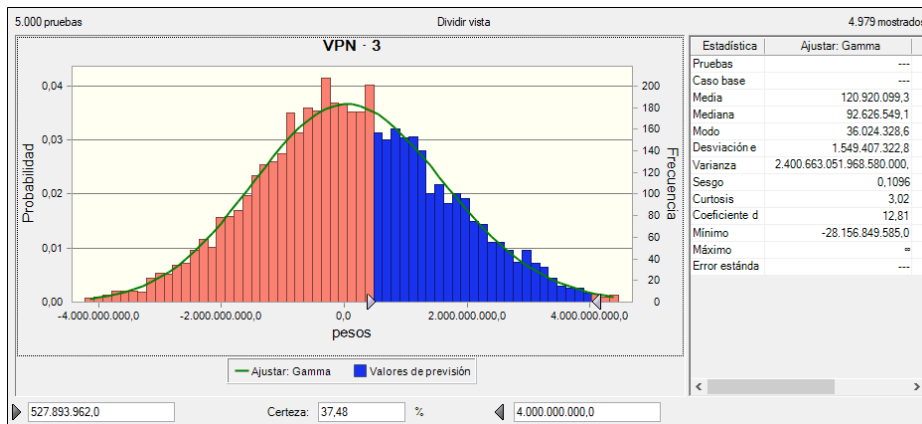
En nivel de certeza de obtener un VNA de 217.488.629 a 40000.000.000. Es del 45,55%

Tabla 56. Nivel de probabilidad cubrir los costos fijos



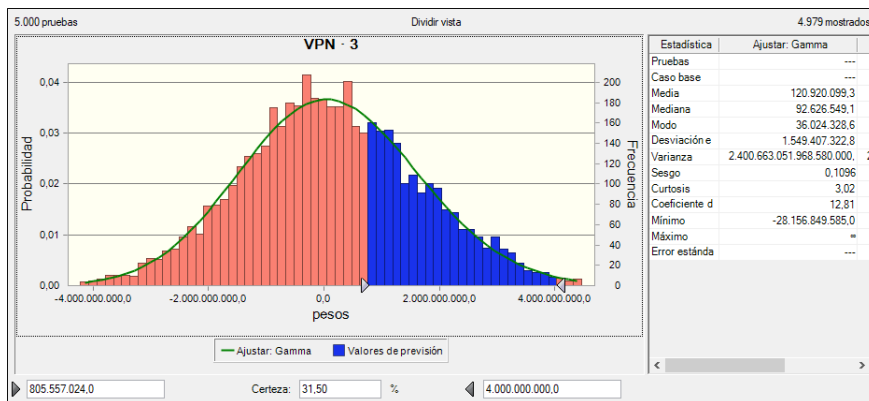
Fuente: CrystalBall, 2021. La certeza de cubrir los costos fijos por valor de 277.663.062 a 4000.000.000ma es de el 50,51%

Tabla 57. Nivel de probabilidad cubrir los costos variables



Fuente: CrystalBall, 2021. La certeza de cubrir los costos variables por valor de 527.893.962 a 4000.000.000. Es del 37,48%

Tabla 58. Nivel de probabilidad cubrir los costos totales



Fuente: CrystalBall, 2021. La certeza de cubrir los costos totales por valor de 805557024 a 4000.000.000. Es del 31,50%

**Articulación interinstitucional (empresas privadas, fundaciones, ONG´s,
empresas públicas, instituciones)**

Uno de los componentes más relevantes es lograr la articulación institucional con la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos - UAESP, ya que el transporte como la disposición final adecuada de los residuos en general son parte de su quehacer, cabe resaltar que dentro de las funciones de la UAESP en los ítems a y b del artículo 116 del Acuerdo 257 de 2006 “Por el cual se dictan normas básicas sobre la estructura, organización y funcionamiento de los organismos y de las entidades de Bogotá, Distrito Capital, y se expiden otras disposiciones” menciona:

- b. Diseñar las estrategias, planes y programas para el manejo integral de los residuos sólidos, alumbrado público y servicios funerarios.*
- c. Dirigir y coordinar la prestación de los servicios públicos propios del manejo integral de residuos sólidos, el servicio de alumbrado público y los servicios funerarios.*

Razón por la cual se realizó un derecho de petición a la Unidad administración Especial de Servicios Públicos número No.20217000258022, consignando las siguientes tablas como metodología para recopilar la información y de paso sea de fácil diligenciamiento para la entidad así:

Tabla 59. Derecho de Petición a la Subdirección de Aprovechamiento de la UAESP.

Agentes generadores	Cantidad de residuos orgánicos	Análisis de biomasa (Densidad,	Tipos de residuos orgánicos	Tasa de crecimiento de los	Población actual de la
---------------------	--------------------------------	--------------------------------	-----------------------------	----------------------------	------------------------

(kg y %) con su respectiva periodicidad	humedad, Ph)	residuos orgánicos, en caso de no tenerlo, por favor suministrar los datos estadísticos de los últimos 10 años.	localidad de Tunjuelito
Residencial			
Comercial			
Institucional			
Plazas de mercado			
Restaurantes			
...			
Línea base de los pilotajes realizados (kg y %)			
LIME zona suba			
Ruta selectiva Mochuelo		Mayo: 20.385 kg	
Organización de recicladores MyM		De abril a junio: 30.400 kg	
Biodigestor Jardín Botánico José Celestino Mutis		En estas iniciativas se usan camiones compactadores, furgón adaptado con canecas plásticas de 55 galones en su interior y carros manuales de tracción humana para realizar la ruta de recolección selectiva.	

Fuente: Propia (2021). Nota: Esta información se solicitó para el año 2020 a la fecha (Julio del 2021) en la localidad de Tunjuelito. De lo cual se puede evidenciar respuesta por parte de ellos en las casillas diligenciadas, en las casillas en blanco fue por ausencia de contestación.

Tabla 60. Solicitud adicional por medio de Derecho de petición a la Subdirección de Aprovechamiento de la UAESP.

Volúmenes (m ³)	Kilometraje (km)	Tiempos de ruteo Distancia (km) y tiempo (horas)	Horarios de recolección diferencial en la Localidad de Tunjuelito
Información de línea base (kg y %) que maneja el IPES con el gestor privado IIA-Bosque primario en las plazas de mercado de la Localidad de Tunjuelito			
		La UAESP no cuenta con datos de recolección, pero	
San Carlos		está interesado en implementar alianzas	
El Carmen		interinstitucionales para obtenerlos.	

Fuente: Propia (2021). Nota: Con el ánimo de identificar los tiempos de ingreso de los residuos orgánicos a la planta de tratamiento, fue necesario saber la información anteriormente relacionada, que maneja el parque automotor que transporta

actualmente los residuos orgánicos en cada uno de sus ruteos. De lo cual se puede evidenciar respuesta por parte de ellos en las casillas diligenciadas, en las casillas en blanco fue por ausencia de contestación.

Así como la solución a las siguientes preguntas:

1. ¿Hay planes para implementar un programa de manejo de residuos orgánicos en la localidad de Tunjuelito con el IDIPRON? De lo cual respondieron que se intentó realizar un enlace con el IDIPRON en la localidad de Tunjuelito, pero finalmente no se logró un acuerdo.
2. Bogotá dispone de Estación de clasificación de aprovechamiento – ECA para residuos orgánicos?, de lo cual respondieron que en Bogotá no hay ECA exclusiva para proceso de aprovechamiento y/o tratamiento de residuos sólidos orgánicos.

Por lo anterior queda por entendido que los RSO como materia prima de la planta de tratamiento, estaría articulada mínimo con la UAESP y sus concesionarios de aseo para el abastecimiento de este, a excepción que el interesado maneje su propia flotilla de vehículos transportadores o realización de convenios para tal fin. Para lograr un adecuado balance C/N también la planta de tratamiento de RSO en la localidad de Tunjuelito depende del pasto podado y hojarasca que realiza la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, así como del Jardín Botánico, ya que estas instituciones son las encargadas de realizar el mantenimiento del arbolado público de la ciudad.

Estudio Social, Ambiental

El comportamiento ético se reflejará cuando se dé cumplimiento a las leyes aplicables en los ámbitos ambientales, de derechos humanos, prácticas laborales, practicas justas de operación, asuntos de consumidores, participación y desarrollo de la comunidad, para lo cual apartan los rubros económicos necesarios para ello.

Es importante resaltar que para los gastos de personal administrativo y de producción se debe tener en cuenta pago de los riesgos laborales, aportes de seguridad social y parafiscales.

La operación de la planta se debe ajustar a prevenir, mitigar, corregir, compensar los aspectos ambientales de la fase de planeación del proyecto, toda vez que no se han dado los demás (hacer, verificar, actuar) se puede evidenciar que ambientalmente la puntuación del promedio ponderado arroje un cumplimiento medio a la implementación de aspectos ambientales del proyecto como mínimo, según los parámetros de la Norma ISO 14001 versión 2015. Así como la ISO 26000, versión 2010 para verificar el tema de responsabilidad social de la Planta de tratamiento para el manejo de los RSO en la localidad de Tunjuelito.

En términos de contexto de la organización se determinaron las partes interesadas con el propósito de minimizar posibles afectaciones negativas, determinar las necesidades y expectativas, aclarando los servicios y productos a suplir, ejerciendo control al interior de las actividades de la Planta de manejo de RSO en la localidad de Tunjuelito y lograr dichas expectativas y necesidades.

La alta gerencia de este proyecto está comprometida con la responsabilidad social y ambiental desde la misionalidad de la empresa ya que a partir de un residuo genera

una enmienda que enriquece y sana el recurso suelo, mejorando la calidad de vida de los pobladores de la región, apuntando a los objetivos de desarrollo sostenible 13 “Acción por el clima”, 2 “Hambre cero” y 8 “Trabajo decente y crecimiento económico”. Una vez se establezcan los posibles inversionistas se daría paso a la elaboración de estatutos administrativos que rijan el cumplimiento normativo ambiental y social, por medio de las políticas tanto ambiental como de responsabilidad social, comunicando dichos compromisos a las partes interesadas, estableciendo canales de comunicación que permitan el escrutinio por parte de ellas, para que las decisiones que se tomen al interior de la Planta de tratamiento de RSO en la localidad de Tunjuelito tengan una orientación directa de las necesidades de las partes interesadas y así generar un dialogo continuo entre las mismas. (Empleados, proveedores, medio ambiente, usuarios, comunidad y gobierno) midiendo en cierta temporalidad (en común acuerdo del consejo directivo) los aspectos de impactos ambientales significativos para generar programas, planes, proyectos de prevención, mitigación, compensación de los mismos, dando cumplimiento a la normatividad ambiental vigente, de acuerdo a las actividades y servicios ofrecidos por la Planta de tratamiento de manejo de RSO en la localidad de Tunjuelito, mejorando continuamente el desempeño ambiental, para lo cual se proveería de un Departamento de Gestión Ambiental con profesionales correspondientes a dicha misionalidad, donde se generarían los formatos y demás documentación requerida, como parte operacional de los programas que mantienen las campañas internas de reducción de consumo de agua y energía, reducción, reutilización y reciclaje (Como misionalidad de la planta de tratamiento para el manejo de los RSO en la localidad de Tunjuelito), promoviendo el consumo consciente y

teniendo en cuenta la planificación de acciones para prevenir o mitigar los impactos ambientales y antrópicos adversos provocados por situaciones de emergencia, para lograr responder a situaciones de emergencia reales de acuerdo a la magnitud e impacto de dichas emergencias, realizando periódicamente simulacros, pruebas escritas, capacitaciones. Evitando el uso de sustancias químicas nocivas para el medio ambiente y el ser humano ofreciendo a los consumidores o usuarios del servicio, beneficios desde el punto de vista social, ambiental, reduciendo los impactos negativos para la sociedad y el medio ambiente, prefiriendo los suministros que puedan contribuir al desarrollo sostenible, ofreciendo productos de alta calidad, con larga vida útil y precios exequibles, basándose en información científicamente fiable, veras acerca de los factores ambientales y sociales relacionados con la entrega de los productos y servicios, brindando información a los consumidores acerca del desempeño, impacto para la salud, eficiencia energética, aspectos relacionados con el bienestar de los animales, disposición y uso final del producto, envases, embalaje, etc, dichos embaces se usarían con esquemas de etiquetado fiables y eficientes para comunicar aspectos ambientales, usando eficientemente los materiales, energía y agua. Para lo cual se deben determinar las formas de seguimiento y medición que aseguren el logro de estos objetivos, conservando la documentación que soportan todas estas actividades como conocimiento de las lecciones aprendidas en el proceso, haciendo uso de auditorías internas que permitan la retroalimentación y mejora continua.

Correspondencia entre los objetivos y las conclusiones

Objetivos	Análisis de Resultados	Conclusiones
Objetivo específico: 1. Caracterizar cuantitativa y cualitativamente los RSO en la localidad de Tunjuelito.	<p>225.511 habitantes de la Localidad (Alcaldía Local de Tunjuelito 2021, p.10), generan 110,07 $\frac{\text{ton}}{\text{día}}$ (Secretaría de Hábitat ,2021. p. 139.)</p> <p>Según el estudio de caracterización realizado en el 2017 por parte de la UAESP, se deduce que cada día un habitante de la ciudad produce 0.85 kg</p>	<p>De la generación de RSO de la localidad (49ton/día), se da ingreso a la planta, cada 3 días, 1,8 ton/hora, lo que equivale a 28 ton/día.</p> <p>La materia orgánica se convierte en compost en una relación de disminución másica aeróbica del 75% en</p>

<p>de residuos sólidos (NCU-UAESP, 2017) tomando como base esta cifra, se obtuvo que la cantidad de residuos domiciliarios y de comercio producidos en Bogotá es de $6.868 \frac{\text{Ton}}{\text{Día}}$, de los cuales la fracción orgánica es $3.640 \frac{\text{Ton}}{\text{Día}}$, correspondientes al 53% del total generado, para determinar las toneladas generadas por la</p>	<p>comparación con el compostaje convencional que lo hace al 50%.</p> <p>La generación per-cápita de RSO es $0.4881(\text{kg} \cdot \text{hab})/\text{día}$</p> <p>La localidad de Tunjuelito genera 110.07 ton/día, donde el agente generador de las viviendas ofrece $44,9 \text{ ton/día}$ y se dará manejo a 14 ton/día y</p>
--	---

	localidad se	teniendo en
	multiplica el	cuenta que la
	número de	localidad tiene
	habitantes por la	225.511
	generación per-	habitantes, esta
	cápita (0.85 kg)	tecnología
Generación	El porcentaje	manejara los
agente	residencial de la	RSO de 32.639
generador:	localidad de	habitantes es
residencial	Tunjuelito es de	decir 14,47% de
	101.254	los RSO que
	habitantes el cual	aporta el agente
	corresponde al	generador. Pese
	44,9 % del total	a que el tonelaje
	de habitantes de	que maneja la
	la localidad, este	planta es de 28
	resultado se	ton/día, el
	multiplica por la	estudio de
	generación per-	mercado a
	cápita de RSO de	satisfacer se da
	la localidad	con el 14,47%.
	0,4881 $\frac{\text{kg}}{\text{hab-día}}$	
	dando como	

resultado 49.422

$$\frac{\text{kg}}{\text{hab-día}}$$

$$\frac{49.422 \frac{\text{kg}}{\text{día}}}{1000\text{kg}}$$

$$= 49 \frac{\text{ton}}{\text{hab - día}}$$

<p>Generación de lixiviados provenientes de RSO por año</p>	<p>Según un estudio de la Universidad Nacional de Colombia, en el 2013, la proyección de generación de lixiviados provenientes de los RSO del RSDJ, es aproximadamente 37,34 L/s año (Cristancho. D, 2013)</p>
---	--

Unidades de Planeación Zonal - UPZ	#42 Venecia y Tunjuelito
------------------------------------	--------------------------

Características del agente generador	Residencial: Corresponde al 44,9% del total de habitantes de la localidad, siendo este agente generador mayoritariamente estrato 2. La lignina presenta dificultad en la oxidación de masa degradable, siendo los estratos 1 y 3 los que cuentan con valores más altos de lignina en la Localidad. (UAESP, 2012.
--------------------------------------	--

p.56), por lo que es favorable que la mayoría del agente generador seleccionado, es decir el residencial, sea estrato 2, toda vez que los residuos a metabolizar son de fácil biodegradación.

Aporte de RSO de la localidad en comparación a todas las Localidades

54,98%

Periodos climáticos de la localidad	Uno de alta precipitación (218mm) y baja (54mm), hasta velocidad del
-------------------------------------	--

viento ($3,9 \frac{m}{s}$) y
 baja ($13 \frac{m}{s}$) con
 promedio anual de
 precipitación de
 1000 mm, tiene
 una longitud de
 66km de cuerpo
 de agua en 1062
 hectáreas que
 tiene la localidad.

<p>Objetivo específico: 2. Evaluación de alternativas de manejo de RSO, según agente generador de RSO.</p>	<p>Se realizó revisión documental sobre las tecnologías mencionadas en la siguiente tabla, donde se optó por una tecnología industrial eficiente y financieramente viable para su implementación, debido a los estándares de eficiencia, estas tecnologías que están contenidas en la tabla tienen rendimientos medidos en días, mientras que el Blocomp TM5 CM que maneja 342,25 kg/hora.</p> <p>Tabla 61. <i>Desventajas de las tecnologías evaluadas.</i></p>	<p>Producto de la evaluación de tres tipos de tratamientos para RSO (mosca soldado negra, birreactores anaeróbicos y compostaje aeróbico) se optó por la tecnología de</p>
---	--	--

Compostaje anaeróbico	Reactor U.A.S.B	Mosca Soldado Negra	compostaje industrializado,
	Elevado		el cual es
	consumo		comercializada
	del recurso	Poca	por la empresa
	hídrico,	disponibilidad	Kollvik
	cada kg	de información,	
Volteos difíciles	tratado	la tecnología es	Recicling, la
a escala	requería de	muy nueva en	compostadora
industrial	300 a 400	el país.	industrial
	litros de	Saldarriaga. C.	BIOCOMP
	agua	(del	TM5CM es de
	(UAESP,	25/06/2021)	tipo compostaje
	2012.		tipo aeróbico.
	p.42).		
	Se continuó	Según	
Tiempos de	con la	entrevista a la	
retención muy	fermentación	oficina de	
prolongados en	n	aprovechamiento	
el tiempo (9	anaeróbica,	to de la	
meses	pero no con	UAESP, en	
aproximadamente)	el reactor	diciembre se	
	UASB ya	tendría	
	que su	documento	

origen de experimental
tratamiento de mosca
son soldado en
vertimiento Colombia, por
s, por eso medio de
su elevado convenio con 5
consumo universidades.
de agua.

Fuente: Propia, 2021

Para seleccionar el agente generador de los RSO, se tuvo que conocer las características cuantitativas y cualitativas de los RSO en la localidad de Tunjuelito, así que se relacionan mucho los objetivos específicos 1 y 2:

Tabla 62. *Características analizadas para identificar agente generador.*

Plazas de mercado	Residencias comercio
Generación per cápita de RSO con alto contenido de cárnicos crudos: 0.465 ton/día.	Generación per cápita de RSO donde predomina el estrato 2, el cual es el que menos lignina contenida en sus RSO:

0.00048 ton/hab-día.

Fuente: Propia, 2021. Nota: Razón por la cual se toma la determinación de elegir el agente generador residencial, el cual corresponde a 101.254 hab. aproximadamente.

Tabla 63. Comparativo de cantidad de RSO tratados por los antecesores.

SINEAMBO RE	JBB	GUARN E	RSDJ
36 ton/mes	60 ton/mes	84 ton/mes	Teniendo en cuenta que llegan al relleno aproximadamente 6.700 ton/día y que los RSO son el 50% aprox. La generación mensual de RSO es 100.500

 ton/mes

Fuente: Propia, 2021. Nota: Siendo la generación de la planta de tratamiento para el manejo de los RSO la que menos cantidad manejaría con respecto a los casos antecesores, ya que se manejarían 14 ton/día para la localidad de Tunjuelito.

<p>Objetivo específico: 3. Valorar las necesidades del mercado y realizar el estudio financiero del proyecto.</p>	<p>Para el análisis económico de un proyecto de inversión es fundamental analizar la actividad para la toma de decisiones proyectada hacia el futuro como un sistema en el cual los inputs son los recursos necesarios para su operatividad y cuyos outputs, son los valores agregados que se generan por la actividad económica de dicho sistema.</p> <p>Establecido el flujo de fondos conformado por los periodos, ingresos, costos, gastos administrativos, de ventas y generales otros egresos no operacionales, interés, utilidad gravable, impuestos, utilidad después de impuestos, depreciaciones y diferidos, amortización de deuda, flujo neto de caja, aporte de capital propio, capital de trabajo, flujo caja total</p>	<p>Según el estudio de mercado a nivel nacional y departamental los cultivos que demandan fertilizantes orgánicos son papa, hortalizas, cítricos, viñedos, arroz y se utiliza ampliamente</p>
---	---	---

<p>mente neto del proyecto podremos mediante el método de evaluación económica mediante indicadores financieros la viabilidad financiera, basada en los estudios de mercado, proveedores, comercialización y ventas, precio, servicio, clientes, competencia estrategias de mercado, estrategias de producto, estrategias de distribución, estrategias de precio en el proyecto.</p> <p>En un proyecto de inversión el punto de equilibrio económico dinámico el cual se puede extender a cualquiera de los parámetros económicos del proyecto (mercado total, precio de ventas, costos de materia prima, costos de personal, prestaciones, costo del dinero prestado, vida del proyecto, tasa impositiva, valor de mercado, tasa de crecimientos de precios, mercados etc), y en estos casos se definirá punto de equilibrio económico como el valor mínimo (máximo) del parámetro en consideración, que permite con base en todos los demás parámetros constantes, que el proyecto satisfaga los requerimientos mínimos sean económicamente factibles esto es que se recupere el capital</p>	<p>en el sector pecuario (pastizales). Actualmente están registrados ante el ICA 2.235 empresas que realizan cultivos orgánicos, de las cuales se estiman 47.281 hectáreas dedicadas a este tipo de cultivos.</p> <p>La planta de manejo de RSO de la localidad de Tunjuelito mejora la oferta de Bioinsumos en el país,</p>
--	--

invertido, se satisfaga la deuda y se logre el retorno mínimo sobre el capital propio no amortizado por el inversionista. (Varela. R, 1997)

El estudio de mercado arroja una demanda de 87.000 bultos al año para 2.235 empresas registradas en el ICA las cuales manejan fertilizantes y acondicionadores de suelos permitidos en la producción ecológica, así como a los agricultores de la sabana.

Estudio financiero del proyecto

Tabla 64. *Costos de producción*

Costos fijos	Valores
Equipos de protección	1.710.280
Carteles de señalización	80.410
Mano de obra administrativa	239.996.160
Costo anual de agua	3.286387
Costo anual de electricidad	3.030.552
por equipos área de administración	
Gastos oficina	367.200
Gastos de mantenimiento	29.192.073
Total costos fijos	277.663.062

mejorando la calidad de los suelos y disminuyendo los impactos ambientales negativos, así como un aumento en la productividad agrícola a largo plazo, promoviendo la seguridad alimentaria. Para la presente propuesta se requiere la inversión de \$2.267.104.004 el cual será financiado en un 100% por

Costos variables		préstamos de
Empaques y embalajes	216.658.440	terceros,
Costo de hilos	184.800	generando un
Sueldo mano de obra operarios	231.321.600	valor actual neto de
Electricidad por áreas	79.729.122	\$217.488.629
Total costos variables	527.893.962	COP y una TIR
TOTAL COSTOS FIJOS	805.557.024	del 24,5%, una

R (b/c) de 1.61, lo cual indica la viabilidad

Evaluación económica financiera

A continuación se realizara la evaluación económica financiera del flujo de caja totalmente neto utilizando los indicadores: (VAN) Valor actual neto, tasa interna de retorno (TIR) y relación beneficio costo (B/C)

Tabla VAN, TIR y R(B/C)

VAN	TIR	R(B/C)
217.488.629	24.5%	1,61

financiera y económica de la planta de tratamiento de RSO en la localidad de Tunjuelito, teniendo un periodo de

El Valor presente Neto representa el valor equivalente en pesos a precios de hoy menos la

recuperación de 4,4 años.

inversión inicial el cual se interpreta se la siguiente manera

Si $VPN > 0$ el proyecto obtendrá una utilidad por lo tanto es viable financieramente

Si $VPN < 0$ el proyecto obtendrá una pérdida por lo tanto el proyecto no viable financieramente

Si $VPN = 0$ el proyecto no obtendrá pérdida ni ganancia por lo tanto es indiferente

Para el caso en estudio el VAN es mayor a cero (0) lo cual nos indica la viabilidad del proyecto

La relación beneficio costo arroja un valor de 1,61 COP los cual indica que por cada peso invertido el proyecto, retorna 0,61centavos COP de utilidad.

La tasa interna de retorno (TIR) arroja un valor de 24.5% siendo más alto que el WACC del 8,8% lo que nos indica que la rentabilidad del proyecto es mayor que el costo de apalancamiento.

$$R(B/C) = \frac{VPI}{VPE} = \frac{573.958.981}{356.470.352} = 1,61$$

Tabla 65. Indicadores financieros.

VAN	TIR	R(b/c)	WACC
\$217.488.629,5	24,5%		8,8%
COP		1,61	

Fuente: Propia, 2021.

El valor presente neto es el resultado matemático de traer a valor presente neto con una tasa de descuento el valor presente de los ingresos y el valor presente de los egresos del flujo de caja totalmente neto. Para determinar la viabilidad del proyecto se deben cumplir los siguientes parámetros:

VAN > 0 el proyecto es viable

VAN < 0 el proyecto se rechaza porque no es viable

VAN = 0 significa que no hay perdidas ni ganancias, por lo tanto, es indiferente para el inversionista.

Para el caso en estudio el VAN es mayor que 0, por lo tanto, financieramente es viable.

La relación beneficio Costo se obtiene del cociente entre el valor presente los ingresos y el valor presente de los egresos. Por cada peso

invertido en el proyecto, este retornara para el caso concreto, 1,61 centavos de los cuales 0,61 centavos es la utilidad durante la ejecución del proyecto.

La TIR es la rentabilidad anual del proyecto, el cual indica que es viable financieramente, ya que es mayor que el WACC.

El WACC o CCPP costo de capital promedio ponderado es la tasa de descuento, el cual mide el costo promedio, el costo de apalancamiento con recursos de terceros es del 8,8%, es lo que cuesta la financiación.

Se muestran las variaciones de equilibrio, referenciadas en el VAN del proyecto en el cual se indican las cantidades mínimas de venta y de producción así como la estructura de costos fijos y variables en los cuales la Planta de tratamiento de manejo de RSO para la localidad de Tunjuelito no sobrepase los límites de sobre costos.

Fuente propia 2021. Nota: producto de la evaluación del tratamiento adecuado para el manejo de los residuos sólidos orgánicos en la localidad de Tunjuelito de la ciudad de Bogotá, se realizó la viabilidad económica, evidenciando la tecnología a utilizar en el presente proyecto, con la ventaja de que maneja integralmente los lixiviados, minimiza

el impacto al medio ambiente. Es técnicamente viable ya que en esta localidad se genera la materia prima suficiente para abastecer el mercado departamental, nacional, tal y como se estableció en el estudio de mercado.

Recomendaciones

Se debe fortalecer la articulación entre el sector de recolección y las formas de aprovechamiento, aplicando nuevas tecnologías y el PGIR de la localidad y de Bogotá (Decreto 345 del 31/12/2020) como una herramienta para este fin, hay que verlo como una forma de recuperación económica postpandemia.

Las condiciones óptimas para el manejo de la planta es relación C/N 20-35%, humedad del 72%, pH 6 – 8, porosidad 25% o diámetro partícula 3-6 cm, temperatura 50-65 °C, oxígeno 15-21% y/o depende del contenido inicial de la masa, se debe eliminar salmonella en 25g del producto y echericha coli < 1000NMP/g, tiempo de operación de la planta de 3-6 meses, tiempo de maduración 2-4 semanas.

Exhortar al Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación – MINCIENCIAS para que incluya en las convocatorias a institutos de ciencia, tecnología e innovación este tipo de proyectos para continuar fortaleciendo el ecosistema científico del país, con el fin de dar fuera a la economía circular, promoviendo la reduciendo de extracción de materias primas, las fuentes de energía renovables, la reducción de residuos y emisiones, la conservación y uso eficiente del agua.

Bibliografía

Acueducto, agua y alcantarillado de Bogotá. (23 de abril de 2009). *Sistec*. Recuperado el 07 de febrero de 2016, de <http://sistec.acueducto.com.co/EAABWF/ArchivoFi.nsf/88da2ef6866ba6ad0525750100555b0a/f6172dc9c607b4730525751c00736952?OpenDocument&TableRow=1.2.2#1.2.>

Acueducto de Bogotá. *Tarifas 2021*.

https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/Home/atencion-al-usuario/tarifas/tarifas_2021!/ut/p/z1/nZFPa8JAEMU_Sw85NjO7bsPibRMw_QOJqw2mc5FE4hqIwYlpQ7-9QUFqG6y4slcdfu_NzFsqSIHq7Ks0WVvaOqv69wd5yzfp8edQ8iiecl76nc1ZJBSTsYDFEfB0gEwij1DwAPV86s_iJGBTJoBu0ePFUejPuD9CDGN-j_6n0236KwBdt18AHZFzAqE3QdQ6VChFv4h4-g0MRDTQ5DKD_6Z4BTKVzU8fpup8JA1QU6yLpmjcz6Yvb9p2tx876GDXda6x1ISFu7Lb_jo4pNrYfQvpHxh22yRJUixfHin_7tTDAfY-jZU!/dz/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/

Abonamos (2020). *Producción de Fertilizantes en*

Colombia. <https://www.abonamos.com/blog/2020/4/20/fertilizantes-en-colombia>

Abonamos, (2021). *Fertilizantes Mineral-Orgánicos, Una Alternativa Innovadora*.

<https://www.abonamos.com/blog/2020/4/20/fertilizantes-en-colombia>

Alibaba. (2021). *Cinta transportadora de material PU / PP con tolva de ángulo grande, personalizada inclinación vertical, fácil de limpiar, con tornillo para alimentos y verduras*. <https://spanish.alibaba.com/product-detail/take-away-belt-pu-pp-material-conveyor-with-large-angle-hopper-tilt-vertical-easy-clean-customized-with-screw->

[food-vegetable-](#)

[1600308818636.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.727776fbVS](#)

[vkew&s=p](#)

Alibaba. (2021). *Báscula de camión de cubierta de hormigón de 100 toneladas con protección.* [https://spanish.alibaba.com/product-detail/100-ton-concrete-deck-truck-scale-with-protection-](https://spanish.alibaba.com/product-detail/100-ton-concrete-deck-truck-scale-with-protection-60649961843.html?spm=a2700.8699010.29.31.492b5687VzyNtl)

[60649961843.html?spm=a2700.8699010.29.31.492b5687VzyNtl](#)

Alibaba. (2021). *Mesa vibradora de hormigón de acero al carbono, precio de fábrica.*

[https://spanish.alibaba.com/product-detail/factory-price-of-carbon-steel-concrete-vibrating-table-](https://spanish.alibaba.com/product-detail/factory-price-of-carbon-steel-concrete-vibrating-table-60260505926.html?spm=a2700.7724857.normal_offer.d_image.2d695e6fd8Tlb7)

[60260505926.html?spm=a2700.7724857.normal_offer.d_image.2d695e6fd8Tlb7](#)

Alibaba. (2021). *De plástico plegable de almacenamiento de almacén de caja.*

<https://spanish.alibaba.com/product-detail/foldable-plastic-warehouse-storage-box-1200x1000x810mm-60416084289.html?spm=a2700.details.0.0.6c4355eeZ8YO9l>

Alibaba, 2021. *Escala de pesaje digital Escala de plataforma.*

[https://spanish.alibaba.com/product-detail/2021-100kg-200kg-300kg-600kg-800kg-1000kg-acs-electronic-price-weighing-scale-digital-platform-scale-](https://spanish.alibaba.com/product-detail/2021-100kg-200kg-300kg-600kg-800kg-1000kg-acs-electronic-price-weighing-scale-digital-platform-scale-60167449101.html?spm=a2700.wholesale.0.0.7e8c38084hgD0p)

[60167449101.html?spm=a2700.wholesale.0.0.7e8c38084hgD0p](#)

Agronegocios, (2018) *En Colombia exportamos 95% de la producción orgánica":*

presidente de Fedeorgánicos <https://www.agronegocios.co/agricultura/en-colombia-exportamos-95-de-la-produccion-organica-presidente-de-fedeorganicos-2773418>

Agronegocios. (2021). *El Lombricompost Representa Solo 10% Del Abono Orgánico Que*

Se Genera En Colombia. <https://www.agronegocios.co/agricultura/el-lombricompost->

[representa-solo-10-del-abono-organico-que-se-genera-en-colombia-2826079](#)

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2015). *Informe localidad de Tunjuelito*.

http://biblioteca.saludcapital.gov.co/img_upload/57c59a889ca266ee6533c26f970cb14a/INFORMACION%20COMUNIDAD/RSDJ_OSAB_03_11_2015.pdf

Alcaldía Local de Tunjuelito (2016). *Plan Ambiental Local 2017-2020*.

<http://oab2.ambientebogota.gov.co/es/documentacion-e-investigaciones/resultado-busqueda/plan-ambiental-local-br-localidad-de-tunjuelito-br-2017-2020>

Alcaldía Local de Tunjuelito (2021). *Plan ambiental local*

De tunjuelito. https://oab.ambientebogota.gov.co/?post_type=dlm_download&p=19504

Alcaldía Mayor de Bogotá (2020, 30 de diciembre). *Decreto 345 “Por el cual se adopta la actualización del Plan de Gestión de Residuos Sólidos – PGIRS – del Distrito*

Capital, y se dictan otras disposiciones”

http://www.uaesp.gov.co/images/pgirs_mesas/DECRETO%20345%20DE%202020.pdf

Amazon. (2021). *2 en 1 Medidor de pH Medidor de Medidor de Sensor Kit de Prueba 0 ~*

14 pH Medida Calibración Automática BNC Electrodo Sonda para Hidroponía

Acuario Laboratorio Prueba Agua Potable Alimentos pH de Agua Salada/Agua de

mar. [https://www.amazon.com/-/es/Calibraci%C3%B3n-Autom%C3%A1tica-](https://www.amazon.com/-/es/Calibraci%C3%B3n-Autom%C3%A1tica-Electrodo-Hidropon%C3%ADa-Laboratorio/dp/B08SJ7XFBY/ref=sr_1_8?adgrpid=100048750017&dchild=1&gclid=CjwKCAjw3_KIBhA2EiwAaAAliosBZ9umPQ2YB6Hm0QmQS0eooaG8nzg0BPoRcn_xTA0_Xi94qNnAPEBoC5McQAvD_BwE&hvadid=523265198078&hvdev=c&hvlocph)

[Electrodo-Hidropon%C3%ADa-](#)

[Laboratorio/dp/B08SJ7XFBY/ref=sr_1_8?adgrpid=100048750017&dchild=1&gclid=CjwKCAjw3_KIBhA2EiwAaAAliosBZ9umPQ2YB6Hm0QmQS0eooaG8nzg0BPoRcn_xTA0_Xi94qNnAPEBoC5McQAvD_BwE&hvadid=523265198078&hvdev=c&hvlocph">Laboratorio/dp/B08SJ7XFBY/ref=sr_1_8?adgrpid=100048750017&dchild=1&gclid=CjwKCAjw3_KIBhA2EiwAaAAliosBZ9umPQ2YB6Hm0QmQS0eooaG8nzg0BPoRcn_xTA0_Xi94qNnAPEBoC5McQAvD_BwE&hvadid=523265198078&hvdev=c&hvlocph](#)

[xTA0_Xi94qNnAPEBoC5McQAvD_BwE&hvadid=523265198078&hvdev=c&hvlocph">xTA0_Xi94qNnAPEBoC5McQAvD_BwE&hvadid=523265198078&hvdev=c&hvlocph](#)

[y=1029446&hvnetw=g&hvqmt=b&hvrnd=6194436581079509269&hvtargid=kwd-](#)

[y=1029446&hvnetw=g&hvqmt=b&hvrnd=6194436581079509269&hvtargid=kwd-](#)

[38841772&hydadcr=9720_13461846&keywords=phmetro&qid=1629340175&sr=8-8](https://www.aqualimpia.com/biodigestores/res-urbanos-rsu/)

Aqualimpia (2021). *Aprovechamiento De Residuos Sólidos Urbanos*.

<https://www.aqualimpia.com/biodigestores/res-urbanos-rsu/>

Artaraz. M (2002). *Teoría de las tres dimensiones de desarrollo sostenible*.

<https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/614>

Bogotá, A. M. (2009 - 2010). *Secretaria de Salud de Bogotá*.

<http://www.saludcapital.gov.co/sitios/VigilanciaSaludPublica/Diagnosticos%20Locales/06-TUNJUELITO.pdf>

Ávila. W, Moyano. J (2019). *Propuesta Metodológica para el Dimensionamiento de Plantas de Compostaje en Municipios con Generación de Residuos Orgánicos Aprovechables a Partir de 100 Ton/Día*.

<file:///C:/Users/Neife/Documents/UNAD/2021->

<1/DOCUMENTOS%20RELACIONADOS%202021/calculo%20planta%20residuos.pdf>

Cámara de Comercio (2007). *Perfil económico Localidad Tunjuelito y empresarial*.

https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/2938/2240_perfil_economico_tunjuelito.pdf?sequence=1

CAT (2021). *Minicargadores 232D3*.

https://www.cat.com/es_MX/products/new/equipment/skid-steer-and-compact-track-loaders/skid-steer-loaders/15970088.html

CCI. *Presentación General del Servicio de Certificación*. (2004). *Este documento hace caso a la Resolución 0074 de 2002 del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural*.

<http://www.cci.org.co/inicio/>

CERES (2021). *Fertilización ecológica – Abono Compost*

<http://www.centroceres.cl/download/fertilizacion-ecologica-abono-compost/>

Consejo de Bogotá (2020, 11 de junio). *Acuerdo Distrital 761 de 2020 se adoptó el Plan Distrital de Desarrollo 2020-2024 “Un nuevo contrato social y ambiental para la Bogotá del siglo XXI”.*

<https://secretariageneral.gov.co/transparencia/normatividad/planes/acuerdo-distrital-761-2020>

Censo Nacional Agropecuario (2014). *Censo Nacional Agropecuario 2014.*

<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/censo-nacional-agropecuario-2014>

Cristancho. D, (2013). *Estimación del efecto del lixiviado del Relleno Sanitario “Doña Juana” sobre la calidad del agua del Río Tunjuelo y su posible tratamiento en la PTAR Canoas, Documento de Trabajo de Grado.* Universidad Nacional.

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/51319/52480760.2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Control Ambiental (2020). *Gestión integral de residuos.*

<https://www.controlambiental.com.co/gestion-de-residuos/>

DANE, (2005). *Censo General 2005.* <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-general-2005-1>

DANE. (2019). *Encuesta nacional agropecuaria (ENA)*

<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/encuesta-nacional-agropecuaria-ena#anexos>

Dávila. E. (2019). *Propuesta de diseño de una planta de tratamiento de*

Residuos sólidos orgánicos para generar compost en el distrito de rioja.

https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2501/1/TL_DavilaCaruajulcaEloisa.pdf

Defensoría del pueblo (2004). *Disposición final de residuos sólidos en Bogotá D.C. Informe defensorial N 38.*

<http://www.defensoria.gov.co/attachment/129/Disposici%C3%B3n%20final%20de%20residuos%20s%C3%B3lidos%20en%20Bogot%C3%A1..pdf>

Departamento Nacional de Planeación. (2016, 21 de noviembre). *CONPES 3874 Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos.*

<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3874.pdf>

Deutsche Gesellschaft für -GIZ- (2017). *Opciones para el aprovechamiento energético de residuos en la gestión de residuos sólidos urbanos.*

<https://www.giz.de/en/downloads/Guia%20GIZ%202017%20WasteToEnergy%20-%20SP.pdf>

EarthGreen (2021). *Productos y servicios.* <https://www.earthgreen.com.co/sistemas-de-compostaje/>

ECAPMA, 2018. *Estado de la investigación escuela de ciencias agrícolas pecuarias y del medio ambiente.*

EPM. (2021). *En cumplimiento de la Leyes 142 de 1994 y 1955 de 2019, resoluciones CREG 058/2000, 119/2007, 105/2009, 173/2011, 189/2015, 030, 152 de 2018, 129, 156 de 2019, 012, 152 de 2020 y 003 de 2021.*

https://cu.epm.com.co/Portals/clientes_y_usuarios/clientes-y-usuarios/energia/documentos/Energia_2021/Publicacion_Tarifas_Energia_16_ener

[o_2021.pdf?ver=IJYE-oYDwnhj0DUWjoCEMg%3D%3D](#)

E.S.P. Guarne. (2015). *Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos*. [Video].

<https://www.youtube.com/watch?v=dTq4EmmeJoc>

FAO.(2013). *Manual de compostaje del agricultor, experiencias en América latina*.

<http://www.fao.org/3/i3388s/I3388S.pdf>

Fedeorganicos. (2021). *Origen*. <http://www.fedeorganicos.org/origen/>

Fernández M. A (2006). *Biodigestores, la energía del estiércol*. Consumer.

http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/energia_y_ciencia/2006/05/22/152178.php

García, J. (2000). *Matemáticas Financieras con ecuaciones*. (4ª. ed). Pearson.

Gómez, J. (2004). *Aceleradores de la materia orgánica*. *Asiava*, (67), 10-11, octubre a diciembre. Palmira, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Grupo Aval. (2021). *Portal financiero*. <https://www.grupoaval.com/wps/portal/grupo->

[aval/aval/portal-financiero/indicadores/tasas-](https://www.grupoaval.com/wps/portal/grupo-aval/aval/portal-financiero/indicadores/tasas-)

[interes!/ut/p/a1/hc_LCoJQEAbgZ2nhMme8ou3MyBthZJGeTWjYUVCPqCW9fSZugg](https://www.grupoaval.com/wps/portal/grupo-aval/aval/portal-financiero/indicadores/tasas-)

[zZ_cP3DwwQCIFU8SOncZezKi7emaqXTVBFW7LQQ8eU0TBxa_mB6-](https://www.grupoaval.com/wps/portal/grupo-aval/aval/portal-financiero/indicadores/tasas-)

[4P0gCieWDvhH_9M5BfZLzwEwTyBFTUHZR8dH1LF9HwNrZ-PCm-](https://www.grupoaval.com/wps/portal/grupo-aval/aval/portal-financiero/indicadores/tasas-)

[t1YmgDNjILhAaMGS8eHlqBJJo0Ca9JY2acPfm2GddV3drjksO97njJGi5S_spLDb5](https://www.grupoaval.com/wps/portal/grupo-aval/aval/portal-financiero/indicadores/tasas-)

[WMtR2EnxLqMsTcWZLk2S9eRoFDwA!!/dl5/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/pw/Z7_8](https://www.grupoaval.com/wps/portal/grupo-aval/aval/portal-financiero/indicadores/tasas-)

[162H3G0K8RBE0AS52COFE06O4/act/id=0/p=javax.servlet.include.path_info=QCP](https://www.grupoaval.com/wps/portal/grupo-aval/aval/portal-financiero/indicadores/tasas-)

[pageQCPPortletTablaIndicadores.xhtml/490809609615/=/#Z7_8162H3G0K8RBE0A](https://www.grupoaval.com/wps/portal/grupo-aval/aval/portal-financiero/indicadores/tasas-)

[S52COFE06O4%20dtf](https://www.grupoaval.com/wps/portal/grupo-aval/aval/portal-financiero/indicadores/tasas-)

Hernández, A. (2003). *La composta, su Elaboración y Beneficio* [tesis de grado,

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. Repositorio Institucional UA.

<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1265/LA%20COMPOSTA%2C%20SU%20ELABORACION%20Y%20BENEFICIO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Homecenter. (2021). *Zorra 250kg 130x55cm Bandeja 22x35cm.*

<https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/159387/zorra-250kg-130x55cm-bandeja-22x35cm/159387/?kid=bnext1031763&shop=googleShopping&gclid=CjwKCAjwmeiIBhA6EiwA-uaeFX EtrSddr1 FFa Gg4dsm-3dm25yhPARirdSQPUss-yk33jzdtxWhoC3MIQAvD BwE>

Homecenter. (2021). *Guante Vaqueta.* [https://www.homecenter.com.co/homecenter-](https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/336340/guante-vaqueta-ingeniero-reforzado/336340/?kid=bnext1031763&shop=googleShopping&gclid=CjwKCAjwmeiIBhA6EiwA-uaeFeuFh7SHI-R5KSW6CIYIK6R HkKPiyxEOWaG19zEMSiyoAn YCfxoCHpEQAvD BwE)

[co/product/336340/guante-vaqueta-ingeniero-reforzado/336340/?kid=bnext1031763&shop=googleShopping&gclid=CjwKCAjwmeiIBhA6EiwA-uaeFeuFh7SHI-R5KSW6CIYIK6R HkKPiyxEOWaG19zEMSiyoAn YCfxoCHpEQAvD BwE](https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/336340/guante-vaqueta-ingeniero-reforzado/336340/?kid=bnext1031763&shop=googleShopping&gclid=CjwKCAjwmeiIBhA6EiwA-uaeFeuFh7SHI-R5KSW6CIYIK6R HkKPiyxEOWaG19zEMSiyoAn YCfxoCHpEQAvD BwE)

Home Center. (2021). *Bota PVC Bicolor Agrícola Bata Industrials.*

<https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/238176/bota-pvc-bicolor-agricola-bata-industrials/238176/?kid=bnext1031763&shop=googleShopping&gclid=CjwKCAjwmeiIBhA6EiwA-uaeFSuSDIbStoJD69LCTxiDC0gdVtjnnx6TCqMEK8gLqjQRqkPXFfKOsxoC5UUQAvD BwE>

Home Center. (2021). *Mascarilla respiratoria con filtros.*

https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/169344/mascarilla-respirador-filtro-doble/169344/?kid=bnext1031763&shop=googleShopping&gclid=CjwKCAjwmeilBhA6EiwA-uaeFeCrfranrLxhu8Pb2OohfIRh8C2fTuQ1vxTtIAFNHAbFK6C9mou1oRoC_2wQAvD_BwE

ICA, (2021). *Información Agricultura Ecológica*.

<https://www.ica.gov.co/areas/agricola/servicios/agricultura-ecologica-1.aspx>

IEMP-Instituto de Estudios del Ministerio Público (2020). *Constitución Política de Colombia 2020 Actualizada y concordada*.

<https://www.procuraduria.gov.co/iemp/media/file/ejecucion/Constituci%C3%B3n%20Pol%C3%ADtica%20de%20Colombia%202020.pdf>

Infante. J, (2020). *Aprovechamiento de los desechos orgánicos sólidos generados por los restaurantes ubicados en chapinero, Bogotá, Colombia. mediante el método de vermicompostaje*.

<http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8185/4/6141322-2020-2-IQ.pdf>

Instituto de Promoción del Desarrollo Sostenible. (2003) *Guía Práctica No. 2. Para el aprovechamiento de los residuos sólidos Orgánicos*.

<http://rfd.org.ec/biblioteca/pdfs/LG-056.pdf>

Instituto colombiano de normas técnicas y certificación [Icontec] (2009,20 de mayo).

Norma técnica colombiana GTC 24. Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guía para la separación en la fuente.

<http://www.bogotaturismo.gov.co/sites/intranet.bogotaturismo.gov.co/files/GTC%2024%20DE%202009.pdf>

Instituto de Gestión del Riesgo y Cambio Climático - IDIGER (2018). *Caracterización General de Escenarios de Riesgo*.

<https://www.idiger.gov.co/documents/220605/303218/Identificacion+y+priorizacion.pdf/376d045d-a3d9-46b5-9c62-a5f433fd631a>

Izar, J. (2016). *Ingeniería Económica y Financiera*. <https://www.buscalibre.co/libro-ingenieria-economica-y-financiera-juan-manuel-izar-landeta/9786071715319/p/30047755>

Jaramillo, G. & Zapata, L. (2008). *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia*. Universidad de Antioquia.

<http://tesis.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/45/1/AprovechamientoRSOUenColombia.pdf>

Kollvik Recycling, (2021). *Equipos para el tratamiento de volúmenes considerables de residuos orgánicos*. <http://www.kollvik.com/products/>

Lasso-Rivas, L & Cundumí-Jori, I. (2016). *Efecto de abono orgánico y densidad de siembra en Crecimiento y producción de papa china (Colocasia esculenta L.)*. Revista RIAA, volumen 7 numero 1.

<http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/1535>

Lerma, D, (2009). *Metodología de la investigación: propuesta, anteproyecto y proyecto*, ECOE ediciones, Colombia.

León, M. (2017). *Implementación de una planta para el procesamiento de residuos sólidos orgánicos en el municipio de Cajicá*.

<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/16909/Le%C3%B3nAr dilaM ar%C3%ADadelPilar2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

León. M, (2020). *La mosca soldado negra, alimento y alternativa sostenible a la soja.*

Revista “Cambio16”. <https://www.cambio16.com/la-mosca-soldado-negra-es-ahora-alimento-y-alternativa-sostenible-ante-la-soja/>

LIME, (2020). *Programa para la prestación del servicio público de aseo lime SA ESP.*

https://www.lime.net.co/files/programa_para_la_prestacion_del_servicio_publico_de_aseo_lime_sa_esp_1_de_mayo_2020.pdf

Longoria.R, Oliver.M, Torres.J, Rubio.J, Mendez.M, (2014). *Diseño, construcción y prueba de un prototipo a tomatillo para compostaje.*

http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-62302014000100018&script=sci_abstract

Maquinaria10. (2021). *Magusa Cinta de Elevación CTG.* <https://maquinaria10.com/tolvas-elevadoras-aceitunas/magusa-cinta-elevacion-ctg.html>

Medina, C. (1999). *Manejo de residuos sólidos.* Revista de la facultad de ingeniería universidad Militar.

<https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rcin/article/view/1501/1238>

Ministerio de Ambiente, fundación Natura y WWF (2015). *El ABC de los compromisos de Colombia para la COP21.* Recuperado de

https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/colombia_hacia_la_COP21/ABC_de_los_Compromisos_de_Colombia_para_la_COP21_VF.pdf

Moncayo. R.G (2017). *¿Qué es un biodigestor?.* Aqualimpia.

<https://www.aqualimpia.com/2017/08/09/que-es-un-biodigestor/>

Manterola. C, Pineda. V, Vial. M (2007). *¿Cómo presentar los resultados de una investigación científica?*.

https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-40262007000200014

Mercado Libre. (2021). *Cosedora Cerradora Selladora De Sacos Costales Industrial.*

https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-582339965-cosedora-cerradora-selladora-de-sacos-costales-industrial-JM?searchVariation=63902964094#searchVariation=63902964094&position=5&search_layout=stack&type=item&tracking_id=99e05c3f-edb2-40bc-9660-27459190e820

Mercado Libre. (2021). *Montacarga Montacargas Toyota.*

https://vehiculo.mercadolibre.com.co/MCO-649661637-montacarga-montacargas-toyota-308fgj35-JM#position=2&search_layout=grid&type=item&tracking_id=99ccd31b-7b8b-4334-b817-8d93b625102e

Mercado libre. (2021). *Estibas Fabricantes Bogotá, alquiler . Bogotá.*

https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-488605651-estibas-fabricantes-bogota-alquiler-bogota-JM#position=30&search_layout=stack&type=item&tracking_id=37cdbdcb-4635-43e1-9c12-def99a7904f7

Mercado Libre. (2021). *Minicargador Bobcat Orugas Modelo 2008 Turbo Diesel.*

<https://vehiculo.mercadolibre.com.co/MCO-638881070-minicargador-bobcat-orugas-modelo-2008-turbo-diesel->

[_JM#position=3&search_layout=grid&type=item&tracking_id=e2a36a03-b8e0-4ce8-9ef6-55edaa19315a](https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-609554376-papelera-de-pedal-luxury-JM#position=3&search_layout=grid&type=item&tracking_id=e2a36a03-b8e0-4ce8-9ef6-55edaa19315a)

Mercado Libre. (2021). *Papelera De Pedal Luxury*.

https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-609554376-papelera-de-pedal-luxury-JM?searchVariation=87603099673#searchVariation=87603099673&position=23&search_layout=stack&type=item&tracking_id=d65aa9c2-c453-4c7d-a145-9eee37544556

Mercado Libre. (2021). *Smart Sensor De Mano Medidor De Humedad Lcd Digital Grano*.

https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-627894432-smart-sensor-de-mano-medidor-de-humedad-lcd-digital-grano-JM#position=1&search_layout=stack&type=item&tracking_id=0fcc2aae-5d1b-4828-977a-a851caf48715

Mercado Libre. (2021). *Guantes Anti Corte Industrial Proteccion Trabajo Nitrilo*.

[\(https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-596626507-guantes-anti-corte-industrial-proteccion-trabajo-nitrilo-JM?searchVariation=69597589571#searchVariation=69597589571&position=4\)&search_layout=stack&type=item&tracking_id=722a415d-f410-449b-ac2f-0be3b8e2dd42](https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-596626507-guantes-anti-corte-industrial-proteccion-trabajo-nitrilo-JM?searchVariation=69597589571#searchVariation=69597589571&position=4)&search_layout=stack&type=item&tracking_id=722a415d-f410-449b-ac2f-0be3b8e2dd42)

Mercado Libre. (2021). *Saco Costal Polipropileno Suave Blanco Lona Nueva Franja*.

https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-575340640-saco-costal-polipropileno-suave-blanco-lona-nueva-franja-JM#position=3&search_layout=stack&type=item&tracking_id=362f1b29-17e5-4f5c-bbfa-a5f94d8f5d5b

Mercado. (2021). *Hilo Nailon Para Maquina Cerradora De Costales Sacos Coser.*

https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-617545708-hilo-nailon-para-maquina-cerradora-de-costales-sacos-coser-JM#position=14&search_layout=stack&type=item&tracking_id=542909e0-e626-439d-91a2-fc6eb8e86262

Mercado Libre. (2021). *Abono Orgánico Bachué De Alta Calidad X 50kg.*

https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-610727022-abono-organico-bachue-de-alta-calidad-x-50kg-JM#position=4&search_layout=stack&type=item&tracking_id=995ec444-e964-4b4b-8048-259cd0ac9c6f&gid=1&pid=1 compost

NCU-UAESP, (2017). *Consultoría, Realizar el estudio técnico de la caracterización en la fuente de residuos sólidos generados en la Ciudad de Bogotá Distrito Capital por tipo de generador y establecer el uso de métodos alternativos de transporte para materiales aprovechables.*

<https://www.uaesp.gov.co/sites/default/files/documentos/Resumen%20ejecutivo.pdf>

Oab. (2019). *Informes geo locales localidad de Tunjuelito. Producción percapital residuos sólidos.* oab.ambientebogota.gov.co/apc-aa-files/.../GEO_06_Tunjuelito.pdf

Observatorio Ambiental de Bogotá (2021). *Bogotá estrena nueva planta de tratamiento de residuos orgánicos.* <https://oab.ambientebogota.gov.co/bogota-estrena-nueva-planta-de-tratamiento-de-residuos-organicos/>

Olaya, Y, González, L. (2009). *Fundamentos para el diseño de biodigestores.*

<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/10762>

Pachón, A. (2021). *Caneca para residuos orgánicos domiciliarios.*

<http://canecasparareciclaje.com/otrosproductos.html>

Parlamento Europeo, 2021. *Economía circular: definición, importancia y beneficios*.

<https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/economy/20151201STO05603/economia-circular-definicion-importancia-y-beneficios>

Peña. L, García. D (2005). *Planta integral para el manejo y aprovechamiento de los residuos sólidos en el municipio de pacho (cundinamarca)*.

<https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/10990?show=full>

Presidencia de la Republica de Colombia [PRC], (1996). “*Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994 en relación con la prestación del servicio público domiciliario de aseo*”.

https://funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=1358

Problemas y ecuaciones, 2021. *Calculadora del área y volumen del tronco de cono*.

<https://www.problemasyecuaciones.com/geometria3D/volumen/tronco/cono/calculadora-area-volumen-formula-demostracion.html>

Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. (2014). *Control de Residuos Peligrosos*.

http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/1370/1/mx/control_de_residuos_peligrosos.html

Punto propiedad. (2021). *Lote de Terreno en Venta Tunjuelito, Bogotá*.

<https://www.puntopropiedad.com/inmueble/1541704>

Puntos de reciclaje. (2019). *Puntos de reciclaje Bogotá. Localidades*.

<https://www.puntosdereciclaje.com/colombia/bogota/rutas-recoleccion-reciclaje-localidad-tunjuelito/>

Reciclario (2021). *Una guía para separar los residuos*.

<http://reciclario.com.ar/compostable/viruta-o-aserrin/>

Saldarriaga, C. (del 25/06/2021). Presentación de propuesta *Viabilidad Económica de una Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos Orgánicos en la Localidad de Tunjuelito de la Ciudad de Bogotá* y atención a requerimientos de información/ Entrevistado por Neife Yesenia Pulido y Luis Eduardo del Campo. Insumo de información actualizada. https://uaespd-my.sharepoint.com/personal/zamir_mosquera_uaesp_gov_co/_layouts/15/onedrive.aspx?id=%2Fpersonal%2Fzamir%5Fmosquera%5Fuaesp%5Fgov%5Fco%2FDocuments%2FGrabaciones%2FPresentaci%C3%B3n%20de%20propuesta%20VIABILIDAD%20ECONOMICA%20DE%20UNA%20PLANTA%20DE%20TRATAMIENTO%20DE%20RESIDUOS%20S%C3%93LIDOS%20ORG%C3%81NICOS%20EN%20LA%20LOCALIDAD%20DE%20TUNJUELITO%20DE%20LA%20CIUDAD%20DE%20BOGOT%C3%81%20y%20atenci%C3%B3n%20a%20requerimientos%20de%20informaci%C3%B3n%2D20210623%5F110318%2DGrabaci%C3%B3n%20de%20la%20reuni%C3%B3n%2Emp4&parent=%2Fpersonal%2Fzamir%5Fmosquera%5Fuaesp%5Fgov%5Fco%2FDocuments%2FGrabaciones&originalPath=aHR0cHM6Ly91YWVzcGRjLW15LnNoYXJlcG9pbmQuY29tLzpz2Oi9nL3BlcnNvbWFsL3phbWlyX21vc3F1ZXJhX3VhZXNwX2dvdI9jby9FYjVfbU90SXFOaEdoNlhMdmNKalh1Z0JNMEw0MDU0QnpwX1BZbmstd2Z5MINnP3J0aW1lPW1nSXVaMjVSMIVn

Sanclemente, E & García, M. (2011). *Efecto del uso de melaza y microorganismos eficientes Sobre La tasa de descomposición de la hoja de caña (Saccharum officinarum)*. Revista RIAA, volumen 2 numero 2.

<http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/920>

Secretaría de Hábitat. (2021). *Modelo de Aprovechamiento, La basura no es basura*.

“Hacia una cultura de aprovechamiento y valorización de residuos sólidos en Bogotá D.C.”

https://www.uaesp.gov.co/sites/default/files/20210420_Modelo_de_aprovechamiento.pdf

Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte de Bogotá (2000). *Bogotá y sus localidades*. Alcaldía mayor de Bogotá D.C.

<https://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/es/bogotanitos/bogodatos/bogota-y-sus-localidades>

Secretaria del hábitat (2016). *Plan de gestión integral de residuos sólidos – PGIRS*. Alcaldía mayor de Bogotá D.C.

http://www.uaesp.gov.co/images/Actualizacion_PGIRS_20161018_Completo.pdf

Secretaria del hábitat (2018). *Habitad en cifras*. Alcaldía mayor de Bogotá D.C.

<http://habitadencifras.habitatbogota.gov.co/documentos/boletines/Localidades/Tunjuelito.pdf>

Secretaria del hábitat (2019). *Total, de hogares localidad de Kennedy*.

<https://habitadencifras.habitatbogota.gov.co/documentos/boletines/Localidades/Kennedy.pdf>

SENA, (2021). *Asesoría comercial*. <https://inscripcionessena.co/asesoria-comercial/>

Tchobanoglous George, (1996), *Gestión Integral de Residuos Sólidos*, McGraw Hill
Primera Edición, Volumen 1, España.

Tierra Colombiana. (2019). *Localidades de Bogotá*.

<https://tierracolombiana.org/localidades-de-bogota/>

UAESP. (2015). *Caracterización de los residuos sólidos residenciales*

generados en la ciudad de Bogotá D.C.

http://www.uaesp.gov.co/uaesp_jo/images/documentos/Caracterizacion/residenciales_02-29-2012.pdf

UAESP. (2015). “Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2027”.

http://www.uaesp.gov.co/uaesp_jo/images/direccion/PGIRS_FINAL_18-12-2015.pdf

UAESP. (2018). *Contenerización de residuos*. Tomado de: UAESP.gov.co

/noticias/contenerización-residuos-Bogotá

UAESP. (2019). *Avances del acuerdo 344 de 2008 “por el cual se dispone diseñar y ejecutar un programa para la gestión de los residuos sólidos orgánicos y se dictan otras*

disposiciones”. [https://www.uaesp.gov.co/transparencia/informacion-](https://www.uaesp.gov.co/transparencia/informacion-interes/publicacion/informacion-adicional/avances-del-acuerdo-344-2008)

[interes/publicacion/informacion-adicional/avances-del-acuerdo-344-2008](https://www.uaesp.gov.co/transparencia/informacion-interes/publicacion/informacion-adicional/avances-del-acuerdo-344-2008)

UAESP. (2019). *Guía para la localización de predios para proyectos de aprovechamiento de residuos orgánicos en Bogotá – UAESP*. [Documento entregado en entrevista por parte de la UAESP del 25/06/2021]

UAESP. (2021) Observatorio de Residuos Sólidos de Bogotá.

<https://www.uaesp.gov.co/content/observatorio-residuos-solidos>

Universidad de los Andes. (2020). *Hacia la recuperación de la vida en el sur Tunjuelo*.

<https://cider.uniandes.edu.co/es/noticia/recuperacion-vida-sur-tunjuelo-junio-20>

Universidad Libre de Colombia. (2005). *Plan integral para el manejo y aprovechamiento de residuos sólidos del municipio de Pacho Cundinamarca*.

Vaca, G. (2005). *Ingeniería Económica*. (8ª. Ed). Fondo Educativo Panamericano.

Varela, R. (1997). *Evaluación económica de proyectos de inversión*. Colombia: Grupo

Editorial Iberoamérica.

Anexos

Ilustración 23. Esquema de la Planta de Tratamiento de manejo de residuos sólidos orgánicos en la localidad de Tunjuelito.

