

 <b>MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO</b>	<b>FORMATO:</b> ACTA	Versión: 6.0
	<b>PROCESO:</b> GESTION DOCUMENTAL	Fecha: 11/02/2022
		Código: GDC-F-01

## ACTA DE REUNIÓN VIRTUAL

### DATOS GENERALES

<b>FECHA:</b>	Bogotá, 18 de septiembre de 2023
<b>HORA:</b>	De 9:00 a.m. a 10:30 a.m.
<b>LUGAR:</b>	Virtual – Microsoft Teams <sup>1</sup>
<b>ASISTENTES:</b>	<p><b><u>Municipio de Medellín</u></b>  -Tomas Tintinago – Supervisor por parte del municipio del convenio 515 de 2020  -María Camila Puerta – Líder residuos sólidos – Secretaría de Ambiente de Medellín</p> <p><b><u>Consortio - C-DEG</u></b>  -Erika Mazo – Directora de Proyectos  -Rodrigo Andrés Ríos -Ingeniero  -Juan David Londoño  -Verónica Jaramillo  -Jonny Zapata</p> <p><b><u>Consortio - UDEA</u></b>  -Nora Eugenia Restrepo Sánchez – Experta académica  -Carlos Alberto Peláez – Experto académico</p> <p><b><u>S3D -INGENIERIA</u></b>  -Firma interventora</p> <p><b><u>EMVARIAS</u></b>  -Diana Bedoya -Sostenibilidad</p> <p><b><u>MVCT</u></b>  -Profesionales de la Dirección de Política y Regulación.  Se anexa lista de asistencia</p>
<b>INVITADOS:</b>	

### ORDEN DEL DIA:

- Socialización al MVCT de los resultados consultoría de estudios y diseños planta de aprovechamiento material y energético de residuos sólidos orgánicos en Medellín.
- Conclusiones y compromisos

### DESARROLLO:

<sup>1</sup>[https://teams.microsoft.com/l/meetup-join/19%3ameeting\\_YThlZmY4ZTctYThlMC00OWFhLWE2ZWEtYjBiOWI3OTdmOWE5%40thread.v2/0?context=%7b%22Tid%22%3a%2259f85572-2867-4480-b111-fc473309f9b3%22%2c%22Oid%22%3a%22917c5d61-14b4-4c3a-9d4d-c28cf52a3bc1%22%7d](https://teams.microsoft.com/l/meetup-join/19%3ameeting_YThlZmY4ZTctYThlMC00OWFhLWE2ZWEtYjBiOWI3OTdmOWE5%40thread.v2/0?context=%7b%22Tid%22%3a%2259f85572-2867-4480-b111-fc473309f9b3%22%2c%22Oid%22%3a%22917c5d61-14b4-4c3a-9d4d-c28cf52a3bc1%22%7d)

 <b>MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO</b>	<b>FORMATO:</b> ACTA	Versión: 6.0
	<b>PROCESO:</b> GESTION DOCUMENTAL	Fecha: 11/02/2022
		Código: GDC-F-01

✓ Patricia León saluda a los asistentes e informa el contexto de la socialización de los resultados del proyecto denominado “*Estudios y Diseños de una Planta de Aprovechamiento Energético y Material mediante el Tratamiento de Residuos Orgánicos en la ciudad de Medellín*” que se ejecutó por parte de FINDETER en el marco del Convenio 515 de 2020 suscrito entre el MVCT-Municipio de Medellín y FINDETER con recursos totales del presupuesto general de la nación. Se explican los inconvenientes que se tuvieron para la contratación de la consultoría y en especial de la interventoría y finalmente se menciona que la consultoría es una Unión Temporal conformada por la Universidad de Antioquia (UDEA) y la empresa C-Deg y la interventoría una empresa francesa denominada S3D Ingeniería.

✓ Nora Restrepo, profesora experta del grupo de investigación GIEM de la UDEA inicia con la socialización de resultados finales del proyecto de Consultoría Estudios y Diseños de la planta de aprovechamiento material y energético de residuos sólidos orgánicos en Medellín:

-Se exponen datos generales del contrato de consultoría

-Se explican aspectos generales del proyecto:

- Escala 50 ton/día
- Tecnología de biodigestión anaerobia + estabilización aerobia

Vida útil de la planta: 25 años

Modelo financiero, tarifario, jurídico y comercial (estudio de mercado)

-Se informa que la actividad 1 fue de análisis de predios para la ubicación del proyecto.

-Se evaluaron 13 predios y se escogió el lote localizado en el área rural del municipio de Don Matías, al interior del predio donde se ubica el relleno sanitario La Pradera.

-Diseños a nivel prefactibilidad para la implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos separados en fuente (FORSU).

-Evaluación de tres escalas (50–100–150ton/d).

-Aspectos técnicos, logísticos, jurídicos, comerciales. Se escoge escala 50 ton/d FORSU

-Se presenta la segunda actividad que correspondió a la identificación de generadores.

-Se realizó contacto con más de 20 generadores. Se ilustra la localización de 13 generadores.

-Se identificaron para una escala de 50 ton/día 13 generadores. Con la caracterización se realizaron muestras para proceder con ensayos de laboratorio para simular el sistema de aprovechamiento.

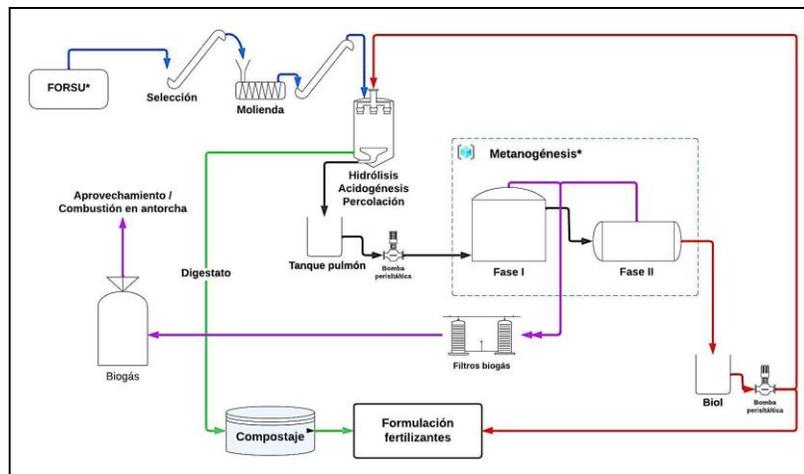
-Se explica el diseño conceptual del sistema de aprovechamiento que tiene un proceso de recepción, calidad de residuos, molienda, fase sólida de procesos de degradación y estabilización se genera fracción sólida llamada digestato generando un coproducto sólido y también tiene una fracción orgánica líquida. Se pasa a la segunda fase de metanogénesis donde se genera biogás y un producto líquido al que se llama biol enriquecido en su materia orgánica.

- Se menciona que la tecnología utilizada es la digestión anaerobia. Es una tecnología multietapa. Etapa de inspección, recepción, selección y pretratamiento.

 <b>MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO</b>	<b>FORMATO:</b> ACTA	Versión: 6.0
	<b>PROCESO:</b> GESTION DOCUMENTAL	Fecha: 11/02/2022
		Código: GDC-F-01

-Etapa de fermentación en estado sólidos. Zona de manejo de sólidos y zona de manejo de líquidos.

-A continuación el diseño conceptual del sistema de aprovechamiento material y energético de residuos sólidos orgánicos:



-Con el diseño conceptual se estructura el diseño en ingeniería de detalle.

-La ingeniería de detalle contempla diseño estructural de placas techo, tanques percolación, excavación para tanques de líquidos, estudios eléctricos de cada elemento y potencia, diseños hidráulicos para la conducción de líquidos y dinámica de flujo de procesos.

-Se ilustra el mapa con perímetro morado con más de 5.000 m<sup>2</sup> para las etapas iniciales. En la parte superior se tienen los 1.053 m<sup>2</sup> para la formulación de fertilizantes y 5.779 m<sup>2</sup> para la estabilización. Perímetro amarillo con un área total de 1548.4 m<sup>2</sup> donde está la etapa de metanogénesis, producción y aprovechamiento de biogás. Último fucsia de 1.323 m<sup>2</sup> para los procesos finales de bodegaje.

-Se ilustra el diseño de balance de masa. Generación de biogás de 1049 m<sup>3</sup>/d que se plantea para el reuso de la corriente líquida y sólida. Se genera 14.7 ton/día de biof (fertilizante líquido) y 7,6 ton/día de compost.

-Se ilustra la formulación de nueve (9) tipos de fertilizantes sólidos y líquidos con las cantidades generadas de compost y líquido.

-En líquido orgánico mineral se genera el 30% que es genérico, producción y siembra. Para el sólido organicomíneral se tiene un genérico, siembra, producción y orgánico.

-Se explica el diseño conceptual del sistema de aprovechamiento de 4 ton/día.

-Andrés Ríos de C-Deg presenta los resultados del estudio de mercado de oferta y demanda.

Uno de los limitantes era la venta de compost básico que estaba entre 300 kg y 600 kg.

 <b>MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO</b>	<b>FORMATO:</b> ACTA	Versión: 6.0
	<b>PROCESO:</b> GESTION DOCUMENTAL	Fecha: 11/02/2022
		Código: GDC-F-01

-Para el análisis de mercado se tiene en cuenta la dinámica del país y de acuerdo con el aplicativo SIRIA del ICA, para el año 2021 el déficit de producción nacional de fertilizantes sólidos es de 243.323 toneladas y de fertilizantes líquidos es de 4.093 m3.

-El déficit se suple con importación.

-Con relación a la demanda se establece que para el año 2019 el uso de suelo en Antioquia es pecuario de 2.897.275 Ha , bosques de 657.909 Ha

-Con relación al crecimiento del sector se ve que año a año las ventas han presentado un crecimiento; en el año 2017 se vendieron 6.035.342 (miles de millones) y para el año 2021 9.366.862 (miles de millones).

-Se presenta según dato DANE en promedio el bulto de 50 kg fue comercializado en Antioquia estuvo en \$4.311.

-Se presenta análisis del cálculo del valor de referencia (precios de venta en el mercado vs precios de venta del producto homólogo) de los 6 productos sólidos y los 3 productos líquidos.

-Se presenta el componente financiero, con proyección inicio de construcción 2024.

-Arranque sistema 2025. Obtención de ingresos por tarifa 2025 y de ingresos venta de material 2026.

-Capex: \$44.175.741.690

-Opex: \$836.196.937.000

-Ingresos Tarifa: \$25.902.919.935

-Ingresos aprovechamiento material: \$1.201.730.879.423

-Ingresos bonos de carbono: \$5.047.976.239 (Se consideran ingresos por bonos de carbono durante toda la vida útil del proyecto, es decir 25 años)

-TIR: 33,6%

-Los costos directos para el diseño conceptual de 4 ton/día, son de \$3.739.650.872 con costos indirectos como AIU IVA e interventoría de 7% sería un total de \$5.055.002.013.

-Se contemplaron equipos básicos como el horno, minicargador, equipos básicos para la adición de enriquecimiento de los subproductos. El costo es alto especialmente por el valor del techo que fue considerado como si fuera un coliseo por exigencia de TDR, pero se puede contemplar otro tipo de material. La operación mensual es de aproximadamente \$71.000.000.

### **Preguntas y respuestas:**

- ✓ María Paula Correal pregunta ¿para la escogencia del predio se tenía claro el área mínima que se necesitaba para las instalaciones?

-Erika Mazo responde, que para la selección del lote se establecieron criterios entre los que se encontraba el uso del suelo y el área. Aproximadamente el área requerida es de mínimo 1 hectárea para los procesos básicos y 5.000 m2 para los procesos de formulación de fertilizantes.

- ✓ Ghisel González, pregunta si para los municipios pequeños y alejados, con baja conectividad vial y 5 ton/día, es posible implementar este tipo de proyecto o ¿cómo se podría iniciar el modelo de 4 ton/día?

-Nora Restrepo informa que para que estos coproductos materiales puedan ser utilizados como fertilizantes o enmiendas, según norma técnica es requisito

 <b>MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO</b>	<b>FORMATO:</b> ACTA	Versión: 6.0
	<b>PROCESO:</b> GESTION DOCUMENTAL	Fecha: 11/02/2022
		Código: GDC-F-01

indispensable tener separación en la fuente. Se debe establecer en municipios pequeños la separación en la fuente. El último escalón en el proceso de separación en la fuente serían los residuos domiciliarios pero se debería empezar a trabajar con rutas selectivas de restaurantes, instituciones, plazas de mercado, etc., y en paralelo trabajar con implementación de rutas selectivas domiciliarios. En cuanto a la generación de energía sería para reuso y la reutilización de fertilizantes en producción agrícola interno con lo cual se implementaría la Economía Circular.

- ✓ David Ocampo con consulta ¿En la planta de 4 ton día se prevé aprovechamiento de biogás?  
-Erika Mazo informa que en la planta de 4 ton/día el biogás se puede aprovechar pero no se considera para el cierre financiero para este tipo de proyectos.
- ✓ David Ocampo pregunta si ¿para la planta de 50 ton/día se prevé el costo de aprovechamiento de biogás para interconexión al sistema o aprovechamiento?  
-Erika Mazo informa que se puede aprovechar el biogás pero para el procesamiento del fertilizante de biol para concentrarlo. Hacer procesos para inyectarlo a la red es muy costoso, porque resulta que el biogás que se genera tiene un alto contenido de oxígeno y el costo de limpieza es demasiado alto. La infraestructura y el costo de operación para eliminar el CO2 es muy costoso para lograr llevarlo a las condiciones de gas e inyectarlo a la red. En cantidades pequeñas no es viable. Para el proyecto de aprovechamiento de biogás en el relleno sanitario La Pradera se analizó dicho proceso pero la TIR fue negativa. Cuando hay menos de 1 MW de energía es mejor utilizarlo en autoconsumo porque en Colombia no hay incentivos para hacer competitiva la energía frente a la generada en hidroeléctrica. El aprovechamiento de biogás es interesante pero para autoconsumo.
- ✓ María Clara Vanegas pregunta ¿Se realizó estudio de biogás para identificar cantidad de energía que se puede generar de los 1049 m3/día de biogás?  
-Erika Mazo informa que sí. Al conocer la cantidad de biogás y la posible composición se sabe la cantidad de energía térmica para aprovechamiento por ejemplo en un motor de combustión interna o turbina. Pero en este caso se contemplo aprovechamiento térmico directo para la concentración del biol.
- ✓ Wilson Sandoval Romero pregunta ¿para sustitución de leña en cocción doméstica o para biogás por cilindro es posible?  
-Erika Mazo informa que si es posible. Para el proyecto de 5 ton/día que se preguntaba es posible hacer una limpieza de biogás y mediante un proceso de compresión (no de las mismas dimensiones o presiones que se manejan o distribuyen los cilindros de propano). Pero si es posible empacar el biogás y hacer uso para cocina.
- ✓ Wilson Sandoval Romero pregunta frente a los cálculos de las emisiones y si los costos de la planta de 4 ton/día incluye el precio del predio?

 <b>MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO</b>	<b>FORMATO:</b> ACTA	Versión: 6.0
	<b>PROCESO:</b> GESTION DOCUMENTAL	Fecha: 11/02/2022
		Código: GDC-F-01

-Rodrigo Ríos informa que el valor del proyecto para la planta de 4 ton/día no tiene en cuenta el valor del predio por las particularidades y variables que se contemplan. Además porque para las dimensiones de 4 ton/día no se contemplaba análisis de

-Erika Mazo informa que para el cálculo de las emisiones, se utilizó una de las metodologías para compostaje. Para este proyecto en particular el tema de los certificados de bonos de carbono no fue el principal componente para el cierre financiero.

- ✓ David Ocampo pregunta si para la planta de 4 ton/día se contempla la venta de bonos de carbono?

-Rodrigo Ríos informa que para la planta de 4 ton/día no se contemplaba el modelo financiero, sólo se llegó a capex y opex., según el alcance del proyecto. Pero es posible realizar el cálculo para el tema de emisiones y compensación.

- ✓ Wilson Sandoval Romero manifiesta que teniendo en cuenta que la comercialización de fertilizantes es complicado ¿qué porcentaje del proyecto corresponde al enriquecimiento del material? Para un municipio donde no se realice el enriquecimiento del material sería importante saber si es viable y si se puede utilizar para proyectos por ejemplo como la reforestación con la Corporación Autónoma.

-Rodrigo Ríos menciona que para el tema de 4 ton/día no contempla el uso de minerales (N-P-K). No se tiene mucho conocimiento de las ventajas del enriquecimiento o generación de fertilizantes generados a partir de residuos.

-Erika Mazo: reitera y aclara que se deben utilizar residuos orgánicos separados en la fuente para garantizar el cumplimiento normativo respecto a fertilizante y teniendo en cuenta la exigencia de establecer viabilidad financiera. La restricción es de dónde viene el material para los subproductos. Se debe garantizar la separación en la fuente y cumplir la norma ICA.

-Nora Restrepo informa que en el caso de compost base se ajustaría solo como enmienda y se evitaría la adición de microorganismos para vender como fertilizante. Habría que hacer un análisis de sensibilidad financiero porque se entraría en nuevos escenarios.

- ✓ María Paula Correal pregunta si ¿el esquema contempló recolección y transporte a la planta?

-Rodrigo Ríos menciona que el costo de RBL lo contempla dentro de la tarifa Emvarias y las rutas de recolección serían las mismas que hoy se realizan porque es algo que ya se cobra, por lo tanto, no se da un valor adicional al proyecto.

- ✓ Catalina Castañeda pregunta ¿Desde su opinión qué tan replicables pueden ser los proyectos en rellenos sanitarios similares?

-Nora Restrepo informa que este tipo de proyectos se ha replicado por ejemplo en sistemas a escala más pequeña como en Tamésis y resulta ser un modelo que se acomoda muy bien, porque se tienen los sitios de llegada, los rechazos se disponen en el mismo sitio donde hay relleno sanitario; entonces se facilitan todos los procesos además en áreas que ya han sido previamente impactadas.

 <b>MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO</b>	<b>FORMATO:</b> ACTA	Versión: 6.0
	<b>PROCESO:</b> GESTION DOCUMENTAL	Fecha: 11/02/2022
		Código: GDC-F-01

Los sistemas de tratamiento de residuos sólidos orgánicos hasta 50 ton/día no requieren Licencia Ambiental.

**Conclusiones:**

- ✓ Rodrigo Ríos concluye que en el país la mayoría de los residuos son de tipo orgánicos (50 y 60%) y precisamente es la materia prima para todo este tipo de proyectos, además que se encaja en el programa Basura Cero. Adicionalmente, hay una necesidad en la demanda de fertilizantes, pues el costo que genera la importación de fertilizantes es alto impactando el precio de los alimentos.

Lo ideal es articular con el Ministerio de Agricultura para impactar con estos subproductos el sector agrícola y garantizar la comercialización de fertilizantes generados a partir de residuos sólidos orgánicos separados en fuente.

- ✓ Nora Restrepo concluye que el estudio se hizo para Medellín y con residuos de Medellín y dado que se contempla su construcción en el predio donde se ubica el relleno sanitario La Pradera donde llegan residuos de muchos municipios, se recomienda utilizar residuos orgánicos separados en fuente de otros municipios para aprovechar la planta y escalarla.

**FIRMAS:** Se anexa lista de asistencia

Elaboró: Patricia León – DPR-VASB-MVCT  
Fecha: 22 de septiembre de 2023

Soporte reunión virtual:

 <b>MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO</b>	<b>FORMATO: ACTA</b>	Versión: 6.0
	<b>PROCESO: GESTION DOCUMENTAL</b>	Fecha: 11/02/2022
		Código: GDC-F-01

Socialización resultados consultoría de preinversión en tratamiento de residuos sólidos orgánicos para el Distrito de Medellín

10:05

Grabación y transcripción  
Informa a todos de que se les está grabando y transcribiendo. Directiva de privacidad

Participantes

Activar sonido (Ctrl + Mayús + M)

Invita a alguien o marca un número

Compartir invitación

En esta reunión (24)

Silenciar a todos

AB Aura Patricia Leon Boton Organizador

AP Adriana Gisela Rojas Parra

AR Andrea del Pilar Maldonado... En espera

Aura Liliana Rojas Perez

BT Beatriz Eugenia Jurado Tabares

CJ CARLOS ALBERTO PELAEZ JARA... Externo

Catalina Castaneda Ramirez

David Ricardo Ocampo Suarez

ERIKA MAZO Externo

socialización FORSU sept 2023

Inicio Insertar Dibujar Diseño Transiciones Animaciones Presentación con diapositivas Revisar Vista Grabación

1 2 3 4 5 6

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

**C-deg**

**ESTUDIOS Y DISEÑOS DE UNA PLANTA DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO Y MATERIAL MEDIANTE EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN LA CIUDAD DE MEDELLÍN**

Contrato: PAF-ATF-C-014-2021

Consultor: UT Aprovechamiento FORSU Medellín

NORA EUGENIA RESTREPO SANCHEZ

Diapositiva 1 de 37

ESP LAA

9:07 a. m. 18/09/2023

Socialización resultados consultoría de preinversión en tratamiento de residuos sólidos orgánicos para el Distrito de Medellín

17:45

Participantes

Invita a alguien o marca un número

Compartir invitación

J Invitado de la reunión

JG Juan Camilo Jimenez Giraldo

JL JUAN DAVID LONDOÑO Externo

KP Karen Johana Vergara Pazos

KF Katherine Cuervo Farfan

LM Leidy Juliana Castiblanco Monca...

MP Maria Camila Ramirez Puerta Externo

MC Maria Clara Vanegas Camero

Ver más

Otros usuarios del chat (5)

NS NORA EUGENIA RESTREPO SANCHEZ

EM ERIKA MAZO

MP Maria Cami...

TV Tomas Feli...

BT Beatriz Eug...

LM Leidy Julian...

AB

Diseños a nivel **prefactibilidad** para la implementación de un sistema de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos separados en fuente (FORSU). Evaluación de tres escalas (50 – 100 – 150 ton/d).

Aspectos técnicos, logísticos, jurídicos, comerciales.

**Escala 50 ton/d FORSU**

6

NORA EUGENIA RESTREPO SANCHEZ

ESP LAA

9:15 a. m. 18/09/2023



Socialización resultados consultoría de preinversión en tratamiento de residuos sólidos orgánicos para el Distrito de Medellín

20:00

Separar Chat Gente 29 Participar Reaccionar Vista Notas Salir Aplicaciones Más

Cámara Micrófono Comparte Salir

Participantes

Invita a alguien o marca un número

Compartir invitación

En esta reunión (29) Silenciar a todos

- AB Aura Patricia Leon Boton Organizador
- AP Adriana Gisela Rojas Parra
- AR Andrea del Pilar Maldonado... En espera
- Aura Liliana Rojas Perez
- BT Beatriz Eugenia Jurado Tabares
- CJ CARLOS ALBERTO PELAEZ JARA... Externo
- Catalina Castaneda Ramirez
- David Ricardo Ocampo Suarez
- DR DIANA CAROLINA BEDOYA RAM... Externo

### Diseño conceptual del sistema de aprovechamiento

The diagram illustrates the conceptual design of the waste management system. It starts with 'FORSU' (Fracción Orgánica de Residuos Sólidos Urbanos) entering a 'Selección Material contaminante' stage. This is followed by 'Molienda' (grinding). The material then goes through 'Hidrólisis', 'Acidogénesis', and 'Fermentación' stages. From there, it branches into two paths: 'Metanogénesis anaerobia' (anaerobic methanogenesis) and 'Digestato'. The 'Digestato' is used for 'Almacenamiento a baja presión' (low-pressure storage) and 'Biogás'. The 'Metanogénesis anaerobia' path involves 'Fase I' and 'Fase II' (anaerobic) stages, leading to 'Biogas'. The 'Biogas' is then used for 'Formulación fertilizantes' (fertilizer formulation). The 'Digestato' also goes through 'Compostaje aerobio' (aerobic composting) before 'Formulación fertilizantes'. The final products are 'Biogás' and 'Formulación fertilizantes'.

9

15° Buscar

ESP LAA 9:17 a. m. 18/09/2023

Socialización resultados consultoría de preinversión en tratamiento de residuos sólidos orgánicos para el Distrito de Medellín

29:40

Separar Chat Gente 27 Participar Reaccionar Vista Notas Salir Aplicaciones Más

Cámara Micrófono Comparte Salir

Participantes

Invita a alguien o marca un número

Compartir invitación

En esta reunión (27) Silenciar a todos

- AB Aura Patricia Leon Boton Organizador
- Aura Liliana Rojas Perez
- BT Beatriz Eugenia Jurado Tabares
- CJ CARLOS ALBERTO PELAEZ JARA... Externo
- Catalina Castaneda Ramirez
- David Ricardo Ocampo Suarez
- DR DIANA CAROLINA BEDOYA RAM... Externo
- EM ERIKA MAZO Externo
- Fabian Ricardo Rincon Calvo

### Balace de masa

The mass balance flowchart shows the flow of FORSU (Fracción Orgánica de Residuos Sólidos Urbanos) through various stages. It starts with 'Carro recolector de residuos' (waste collector truck) receiving 52.6 ton/d of FORSU. This goes to 'Inspección' (inspection), which also receives 52.6 ton/d. From 'Inspección', 52.6 ton/d goes to 'Selección (Retiro macrocontaminantes)' (selection/removal of macrocontaminants). From 'Selección', 2.6 ton/d is rejected ('Rechazo') and goes to 'Disposición final' (final disposal). The remaining 50 ton/d of 'FORSU clasificado: 50 ton/d' goes to 'Molienda' (grinding).

CONVENCIONES  
FORSU: Fracción Orgánica de Residuos Sólidos Urbanos  
MOS: Materia orgánica seca

13

15° Buscar

ESP LAA 9:27 a. m. 18/09/2023

Socialización resultados consultoría de preinversión en tratamiento de residuos sólidos orgánicos para el Distrito de Medellín

30:04
Separar
Chat
Gente 27
Participar
Reaccionar
Vista
Notas
Salas
Aplicaciones
Más

Cámara
Micrófono
Comparte
Salir

NS

MP

EM

LM

RR

AB

**Participantes**  
  
Compartir invitación  
 En esta reunión (27) Silenciar a todos

### Balance de masa

14

NORA EUGENIA RESTREPO SANCHEZ  
 UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

ESP LAA  
 9:27 a. m.  
 18/09/2023

Socialización resultados consultoría de preinversión en tratamiento de residuos sólidos orgánicos para el Distrito de Medellín

36:59
Separar
Chat
Gente 27
Participar
Reaccionar
Vista
Notas
Salas
Aplicaciones
Más

Cámara
Micrófono
Comparte
Salir

NS

MP

EM

LM

RR

J

MP

AB

**Participantes**  
  
Compartir invitación  
 En esta reunión (27) Silenciar a todos

### Definición de fertilizantes sólidos y líquidos

15

NORA EUGENIA RESTREPO SANCHEZ

ESP LAA  
 9:34 a. m.  
 18/09/2023

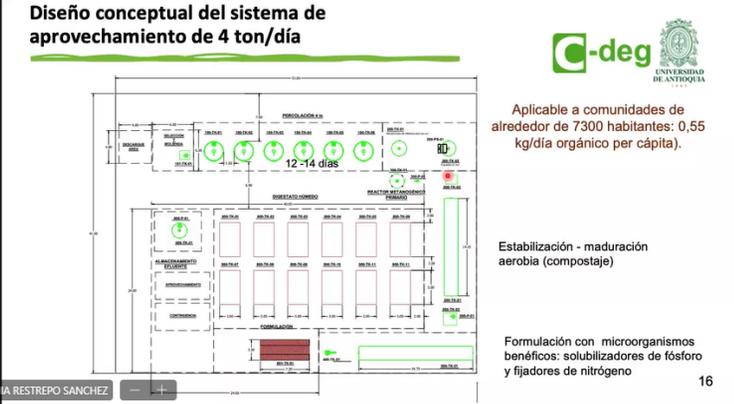
Socialización resultados consultoría de preinversión en tratamiento de residuos sólidos orgánicos para el Distrito de Medellín

40:42

Separar Chat Gente 27 Participar Reaccionar Vista Notas Salir Aplicaciones Más

Cámara Micrófono Compartir Salir

**Diseño conceptual del sistema de aprovechamiento de 4 ton/día**



**C-deg**  
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Aplicable a comunidades de alrededor de 7300 habitantes: 0,55 kg/día orgánico per cápita).

Estabilización - maduración aerobia (compostaje)

Formulación con microorganismos beneficiosos: solubilizadores de fósforo y fijadores de nitrógeno

16

**Participantes**

Invita a alguien o marca un número

Compartir invitación

En esta reunión (27) Silenciar a todos

- AB Aura Patricia Leon Boton Organizador
- Aura Liliana Rojas Perez
- BT Beatriz Eugenia Jurado Tabares
- CJ CARLOS ALBERTO PELAEZ JARA... Externo
- Catalina Castaneda Ramirez
- David Ricardo Ocampo Suarez
- DR DIANA CAROLINA BEDOYA RAM... Externo
- EM ERIKA MAZO Externo
- Fabian Ricardo Rincon Calvo

15° Buscar

ESP LAA 9:38 a. m. 18/09/2023

Socialización resultados consultoría de preinversión en tratamiento de residuos sólidos orgánicos para el Distrito de Medellín

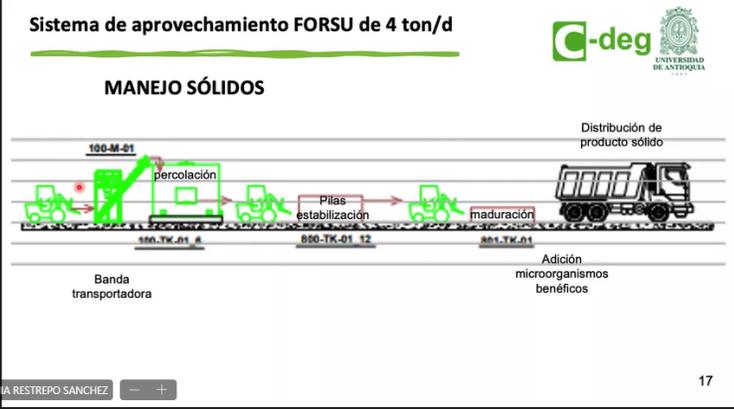
41:35

Separar Chat Gente 27 Participar Reaccionar Vista Notas Salir Aplicaciones Más

Cámara Micrófono Compartir Salir

**Sistema de aprovechamiento FORSU de 4 ton/d**

**MANEJO SÓLIDOS**



**C-deg**  
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

17

**Participantes**

Invita a alguien o marca un número

Compartir invitación

En esta reunión (27) Silenciar a todos

- AB Aura Patricia Leon Boton Organizador
- Aura Liliana Rojas Perez
- BT Beatriz Eugenia Jurado Tabares
- CJ CARLOS ALBERTO PELAEZ JARA... Externo
- Catalina Castaneda Ramirez
- David Ricardo Ocampo Suarez
- DR DIANA CAROLINA BEDOYA RAM... Externo
- EM ERIKA MAZO Externo
- Fabian Ricardo Rincon Calvo

15° Buscar

ESP LAA 9:39 a. m. 18/09/2023

Socialización resultados consultoría de preinversión en tratamiento de residuos sólidos orgánicos para el Distrito de Medellín

01:01:36

NS  
NORA EUG...

Ghisel Alcir...

EM  
ERIKA MAZ...

RR  
RODRIGO AND...

LM  
Leidy Juliana Ca...

David Ricar...

Ver a todos

AB

### Estudio de Mercado – Oferta y Demanda

#### Producción y venta de fertilizantes.

TIPO DE CONTROL	PRODUCCION		VENTA	
	Kg	LT	Kg	LT
Acondicionador de suelo	147.711.631	1.093.794.374	417.739	414.608
Fertilizante	1.598.698.754	1.842.021.191	6.810.187	10.903.605
<b>Total general</b>	<b>1.746.410.385</b>	<b>2.935.815.565</b>	<b>7.227.926</b>	<b>11.318.213</b>

\* Fuente: Información reportada por las Empresas en el aplicativo SIRIA 2022

De acuerdo con la información disponible en el aplicativo SIRIA del ICA, para el año 2021 el déficit de producción nacional de fertilizantes sólidos es de 243.323 toneladas y de fertilizantes líquidos, es de 4.093 m3. Así mismo, el déficit de producción de acondicionadores de suelo sólidos es de 946.083 toneladas.

#### Participantes

Invita a alguien o marca un número

Compartir invitación

En esta reunión (26) Silenciar a todos

- AB Aura Patricia Leon Boton Organizador
- AR Andrea del Pilar Maldonado Ro...
- Aura Liliana Rojas Perez
- BT Beatriz Eugenia Jurado Tabares
- Catalina Castaneda Ramirez
- David Ricardo Ocampo Suarez
- DR DIANA CAROLINA BEDOYA RAM... Externo
- EM ERIKA MAZO Externo
- Fabian Ricardo Rincon Calvo

Socialización resultados consultoría de preinversión en tratamiento de residuos sólidos orgánicos para el Distrito de Medellín

01:01:42

NS  
NORA EUG...

WR  
Wilson Jers...

EM  
ERIKA MAZ...

RR  
RODRIGO AND...

LM  
Leidy Julian...

David Ricar...

Ver a todos

AB

### Estudio de Mercado

#### Cálculo del valor de referencia del producto sólido puesto en planta de producción :

(valor del producto homólogo - 50%) + (valor de los Bioinsumos)

Fertilizantes Sólidos productos homólogos	Precios venta Almacén S/kg	Fertilizantes Sólidos planta de producción	Precios referencia venta planta S/kg
Permaxion 5-12-6 - Fertilizante orgánico mineral + Raster Mix	\$ 5.003,00	Orgánico-mineral siembra y control plagas (4-8-3).	\$ 4.149,33
Permaxion 5-12-6 - Fertilizante orgánico mineral + Trichoplant	\$ 7.061,33	Orgánico mineral Siembra control enfermedades (4-8-3)	\$ 6.207,00
Permaxion 15-15-15 - Fertilizante orgánico mineral + Raster Mix	\$ 6.025,00	Orgánico mineral genérico control plagas (7-7-7).	\$ 4.831,33
Permaxion 15-15-15 - Fertilizante orgánico mineral + Trichoplant	\$ 8.084,00	Orgánico mineral genérico control enfermedades (7-7-7)	\$ 6.889,33
Fertilizante Organigran	\$ 9.000,00	Orgánico mineral producción (7-2-8)	\$ 6.000,00
Permaxion Biopotent	\$ 3.164,33	Orgánico	\$ 2.109,33

Con este valor de referencia se busca que el precio de venta final del producto pueda estar entre un 20% y 30% por debajo de los precios de mercado, con el fin de contribuir a la competitividad de los agricultores.

#### Participantes

Invita a alguien o marca un número

Compartir invitación

En esta reunión (26) Silenciar a todos

- AB Aura Patricia Leon Boton Organizador
- AR Andrea del Pilar Maldonado Ro...
- Aura Liliana Rojas Perez
- BT Beatriz Eugenia Jurado Tabares
- Catalina Castaneda Ramirez
- David Ricardo Ocampo Suarez
- DR DIANA CAROLINA BEDOYA RAM... Externo
- EM ERIKA MAZO Externo
- Fabian Ricardo Rincon Calvo

Socialización resultados consultoría de preinversión en tratamiento de residuos sólidos orgánicos para el Distrito de Medellín

01:15:48

Controlar Separar Chat Gente Participar Reaccionar Vista Notas Salir Aplicaciones Más

Cámara Micrófono Comparte Salir

NS

WR

EM

RR

LM

AB



RODRIGO ANDRES RIOS

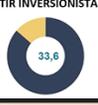
### Componente financiero

**Modelo Financiero:**

Fuentes de Ingresos		
Producto	Cantidad inicial	Precio inicial
BONOS DE CARBONO	7.170 CER,S AÑO	\$ 20.500,00
TARIFA DISPOSICIÓN FINAL	50 ton/d	\$ 30.072,80
TARIFA LIXIVIADOS	50 ton/d	\$ 10.654,10
FERTILIZANTE SÓLIDO	8.835,55 kg/d	
FERTILIZANTE LÍQUIDO	4.417,50 L/día	

PyG (Datos En Miles) estructura propuesta			
	VALOR	%	
Ingresos	\$ 1.361.432.058		
Costos de operación	\$ 779.087.347	57,2%	
Utilidad Bruta	\$ 582.344.711	42,8%	
Gastos operacionales	\$ 58.571.750	4,3%	
Financieros	\$ 25.014.440	1,8%	
Utilidad antes de impuestos	\$ 498.758.522	36,6%	
Impuestos de renta	\$ 179.372.089	13,2%	
<b>Utilidad Total</b>	<b>\$ 319.386.433</b>	<b>23,5%</b>	

**TIR INVERSIONISTA**



33,6%

#### Participantes

Invita a alguien o marca un número

Compartir invitación

En esta reunión (24) Silenciar a todos

- AB Aura Patricia Leon Boton Organizador
- AR Andrea del Pilar Maldonado Ro... Externo
- Aura Liliana Rojas Perez
- BT Beatriz Eugenia Jurado Tabares
- Catalina Castaneda Ramirez
- David Ricardo Ocampo Suarez
- DR DIANA CAROLINA BEDOYA RAM... Externo
- EM ERIKA MAZO Externo
- Fabian Ricardo Rincon Calvo

Socialización resultados consultoría de preinversión en tratamiento de residuos sólidos orgánicos para el Distrito de Medellín

01:38:05

Controlar Separar Chat Gente Participar Reaccionar Vista Notas Salir Aplicaciones Más

Cámara Micrófono Comparte Salir

NS

WR

EM

RR

LM

AB



Wilson Jers...

### Conclusión

- De acuerdo con los resultados de la consultoría de preinversión, se recomienda la selección del sitio de relleno sanitario de los residuos orgánicos susceptibles de ser aprovechados.
- En Colombia, el modelo de negocio más viable para el aprovechamiento de residuos orgánicos es el modelo de negocio de producción de biogás, el cual es el más rentable y sostenible.
- Uno de los retos más grandes para proyectos de aprovechamiento de residuos es la selección del sitio, que cumpla con los requerimientos técnicos y que sea aceptado por las comunidades vecinas.

#### Participantes

Invita a alguien o marca un número

Compartir invitación

En esta reunión (20) Silenciar a todos

- AB Aura Patricia Leon Boton Organizador
- AR Andrea del Pilar Maldonado Ro... Externo
- Aura Liliana Rojas Perez
- BT Beatriz Eugenia Jurado Tabares
- Catalina Castaneda Ramirez
- David Ricardo Ocampo Suarez
- DR DIANA CAROLINA BEDOYA RAM... Externo
- EM ERIKA MAZO Externo
- Ghisel Alcira Gonzalez Grey

 <b>MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO</b>	<b>FORMATO: LISTA DE ASISTENTES REUNIONES EXTERNAS</b>  <b>PROCESO: GESTION DOCUMENTAL</b>	Versión: 5.0
		Fecha: 11/02/2022
		Código: GDC-F-17

LUGAR: Virtual-Plataforma Teams FECHA: Septiembre 18 de 2023 HORA: 9:00 am-10:30 am.

TEMA: Socialización consultoría planta de tratamiento residuos sólidos orgánicos - Medellín – Convenio 515 de 2020 PRESIDE: Consultoría

EQUIPO ACOMPAÑANTE: \_\_\_\_\_

No.	Nombre	Cargo	Entidad / municipio	Teléfonos y celular	Correo electrónico	Solicitudes/ Temática
1	Erika Mazo	Directora Proyectos	C-deg	3104156758	E.mazo@c-deg.com.co	Socialización resultados finales consultoría FORSU
2	Rodrigo Andrés Ríos	Ingeniero	UT FORSU MEDELLIN	3152064674	A.rios@c-deg.com.co	Socialización resultados finales consultoría FORSU
3	Carlos Peláez	Profesor	Universidad de Antioquia	6043167	Carlos.pelaez@udea.edu.co	Socialización resultados finales consultoría FORSU
4	Verónica Jaramillo	Abogada	C-deg	3117700007	V.jaramillo@c-deg.com.co	Socialización resultados finales consultoría FORSU
5	Juan David Londoño	Director nuevos negocios	C-deg	3007759041	J.londono@c-deg.com.co	Socialización resultados finales consultoría FORSU
6	Yonny Zapata	Profesional formulaciones	C-deg			
7	Ghisel Alcira González Grey	Contratista	Subdirección de proyectos DIDE VASB MVCT	3107761655	gagonzalez@minvivienda.gov.co	Proyecto FORSU

En cumplimiento de la Ley 1581 de 2012 y el Decreto 1377 de 2013 y las demás normas que los modifiquen, adicionen o complementen, le informamos que usted puede conocer la Política de Tratamiento de los Datos Personales del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, a través del siguiente link: <http://www.minvivienda.gov.co/ProcesosCorporativos/GPT-L-01%20Lineamiento%20tratamiento%20datos%20personales%201.0.pdf>

	<b>FORMATO:</b> LISTA DE ASISTENTES REUNIONES EXTERNAS  <b>PROCESO:</b> GESTION DOCUMENTAL	Versión: 5.0
		Fecha: 11/02/2022
		Código: GDC-F-17

No.	Nombre	Cargo	Entidad / municipio	Teléfonos y celular	Correo electrónico	Solicitudes/ Temática
8	Diana Carolina Bedoya Ramírez	Profesional de Sostenibilidad	EMVARIAS/ Medellín	3007121920	carolina.bedoya@emvarias.com.co	Internalización de impactos ambientales en esquema tarifario del sector residuos
9	Pahola Peña	Contratista	MVCT	3343432	ppena@minvivienda.gov.co	Socialización resultados proyecto de preinversión "Estudios y Diseños de una Planta de Aprovechamiento Energético y Material mediante el Tratamiento de Residuos Orgánicos en la ciudad de Medellín"
10	Catalina Castañeda Ramírez	Profesional Especializado	Minvivienda	3103317892	ccastaneda@minvivienda.gov.co	Reducción GEI
11	Tomás Felipe Tintinago Vásquez	Profesional Universitario	Medellín	3122956828	tomas.tintinago@medellin.gov.co	Residuos Sólidos
12	JULIANA CASTIBLANCO MONCADA	CONTRATISTA	MVCT	3123529162	ljcastiblanco@minvivienda.gov.co	Socialización resultados proyecto de preinversión "Estudios y Diseños de una Planta de Aprovechamiento Energético y Material mediante el Tratamiento de Residuos Orgánicos en la ciudad de Medellín"
13	Nora Eugenia Restrepo Sánchez	profesora	Universidad de Antioquia / Medellín	3015094530	neugenia.restrepo@udea.edu.co	Proyecto FORSU Medellín

	<b>FORMATO:</b> LISTA DE ASISTENTES REUNIONES EXTERNAS  <b>PROCESO:</b> GESTION DOCUMENTAL	Versión: 5.0
		Fecha: 11/02/2022
		Código: GDC-F-17

No.	Nombre	Cargo	Entidad / municipio	Teléfonos y celular	Correo electrónico	Solicitudes/ Temática
14	AURA ROJAS	PROFESIONAL SECTORIAL ECDBCAR	BOGOTA	3112103647	alrojas@minvivienda.gov.co	N.A.
15	David Ocampo	contratista	MVCT / Bogotá	3167958888	docampo@minvivienda.gov.co	cambio climático
16	Aura Patricia León Botón	Contratista	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	3208542653	aleon@minvivienda.gov.co	Socialización resultados finales consultoría FORSU
17	Katherine Cuervo Farfán	Contratista	MVCT	3166257961	kcuervof@minvivienda.gov.co	N/A