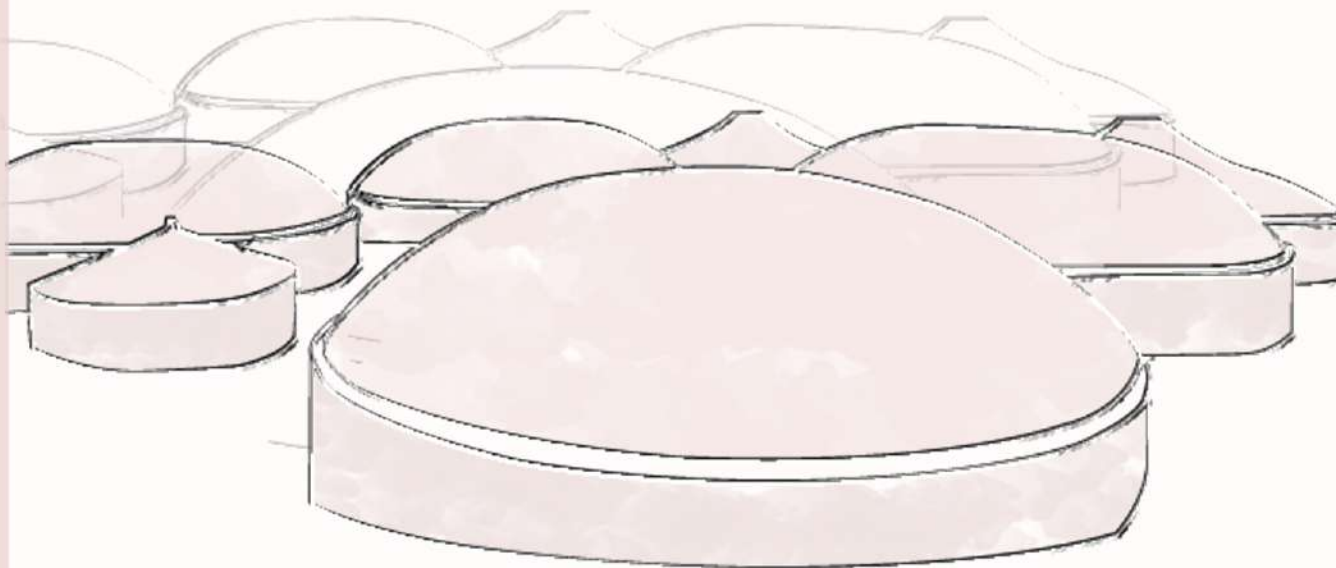


PROPUESTA PRELIMINAR DE UN MODELO DE GESTIÓN  
BARRIAL PARA CONSTRUCCIONES SOSTENIBLES

VALENTINA MARIN OSSA



PROPUESTA PRELIMINAR DE UN MODELO DE GESTIÓN  
BARRIAL PARA CONSTRUCCIONES SOSTENIBLES

VALENTINA MARIN OSSA

ASESOR: LUIS FELIPE LALINDE CASTRILLÓN  
INGENIERO CIVIL

FACULTAD DE ARQUITECTURA  
UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
MEDELLÍN-2020

5 de mayo,2020

Valentina Marin Ossa

“Declaro que este trabajo de grado no ha sido presentado con anterioridad para optar a un título, ya sea en igual forma o con variaciones, en esta o en cualquiera otra universidad”. Art. 92, parágrafo, régimen estudiantil de formación avanzada.

Firma del autor(es)

Valentina Marin Ossa

---

“Gracias a la universidad por hacer la estudiante que hoy soy, a mi tutor por su buena disposición siempre y por creer en el trabajo realizado, a mis amigos y compañeros por siempre estar ahí y a mis padres por su trabajo y sacrificio porque gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí”



## TABLA DE CONTENIDO

Lista de figuras.....	6
Glosario.....	9
Resumen.....	10
<b>1 Marco introductorio.....</b>	<b>11</b>
1.1 Formulación del problema.....	12
1.2 Antecedentes.....	13
1.3 Elementos o variables.....	14
1.3.1 Residuos sólidos.....	14
1.3.2 Tecnología de biodigestión.....	14
1.3.3 Gestión barrial de los residuos sólidos .....	14
1.4 Delimitación.....	15
1.5 Pregunta problema.....	16
1.6 Objetivo general.....	17
1.7 Objetivos específicos.....	18
1.8 Justificación.....	19
1.9 Metodología.....	20
<b>2 Marco teórico.....</b>	<b>22</b>
2.1 Ambiental.....	23
2.2 Técnico.....	26
<b>3 Marco contextual.....</b>	<b>30</b>
3.1 Histórico.....	31
3.2 Normativo.....	35
3.3 Comercial .....	40
<b>4 Marco práctico.....</b>	<b>42</b>
4.1 Actividad 1: Gestión de residuos sólidos.....	43
4.2 Actividad 2: UPB sostenible.....	49
4.3 Actividad 3: Casos de estudio UPB.....	51
4.4 Actividad 4: Casos de estudio vereda El Pantanillo y Envigado.....	55
4.5 Actividad 5: Relación del biogás con maquinaria en obra.....	62
4.6 Actividad 6: Ubicación d e maquinaria en obra.....	73
4.7 Actividad 7: Modelo de gestión barrial.....	76
<b>5 Conclusión.....</b>	<b>80</b>
<b>6 Bibliografía.....</b>	<b>82</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1, esquema metodológico, elaboración propia

Figura 2, Incendio en relleno sanitario de Bucaramanga, Blu radio, 2017, <https://www.bluradio.com/bucaramanga/intentan-apagar-grave-incendio-en-el-relleno-sanitario-el-carrasco-131080>

Figura 3, Incendio en relleno sanitario de Santa Marta, periódico El Tiempo, 2015, <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-15360944>

Figura 4, Mal manejo en relleno sanitario del valle, gobernación Valle Del Cauca, 2016, [https://www.valledelcauca.gov.co/publicaciones/36458/comisin\\_de\\_superservicios\\_verificar\\_cabal\\_funcionamiento\\_d\\_el\\_relleno\\_sanitario\\_de\\_yotoco/](https://www.valledelcauca.gov.co/publicaciones/36458/comisin_de_superservicios_verificar_cabal_funcionamiento_d_el_relleno_sanitario_de_yotoco/)

Figura 5, final de vida útil en relleno de Boyacá, Caracol radio, 2019, [https://caracol.com.co/emisora/2019/01/18/tunja/1547818744\\_153626.html](https://caracol.com.co/emisora/2019/01/18/tunja/1547818744_153626.html)

Figura 6, Relleno la pradera, periódico El Tiempo, 2019, <https://www.eltiempo.com/colombia/medellin/en-2022-el-relleno-sanitario-la-pradera-alcanzaria-su-maxima-capacidad-336876>

Figura 7, proceso de biogás, infoagronomo, 2019, <https://infoagronomo.net/manual-de-biogas-pdf/>

Figura 8, Biodigestor de polietileno, Biogás – construcción y funcionamiento biodigestores, 2006, <file:///C:/Users/valentina/Downloads/Biogas-construccion%20y%20funcionamiento%20biodigestores.pdf>

Figura 9, Digestor con tanque de almacenamiento, análisis de alternativa y selección, <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/308/8/T-ESPE-026444-4.pdf>

Figura 10, casa Hábitat, UPB sostenible web, 2017, <https://www.upb.edu.co/es/noticias/vivienda-sostenible-medellin>

Figura 11, deslizamiento en relleno Doña Juana, periódico El Tiempo, 2020, <https://www.eltiempo.com/justicia/investigacion/contraloria-alerta-por-manejo-de-rellenos-sanitarios-en-el-pais-491782>

Figura 12, gestión de residuos sólidos Emvarias, grupo Epm-Emvarias, <https://www.epm.com.co/site/home/centro-multimedia/infografias/artmid/24381/articleid/222>

Figura 13, gestión de residuos sólidos Emvarias, Emvarias, <https://www.emvarias.com.co/corporativo/home/sostenibilidad/gestion-social>

Figura 14, gestión de residuos Enviaseo, revista Semana 2019, <https://www.semana.com/contenidos-editoriales/servicios-publicos-hoy-con-mas-equidad/articulo/resultados-de-enviaseo-en-servicios-de-saneamiento-y-aseo/644656>

Figura 15, canteras y minas a cielo abierto, unidad 5 impacto ambiental de la construcción, 2019, <https://slideplayer.es/slide/13791464/>

Figura 16, Vertederos, unidad 5 impacto ambiental de la construcción, 201, <https://slideplayer.es/slide/13791464/9>

Figura 17, explotación de madera, unidad 5 impacto ambiental de la construcción, 2019, <https://slideplayer.es/slide/13791464/>

Figura 18, Construcción en zonas de alto valor natural, unidad 5 impacto ambiental de la construcción, 2019, <https://slideplayer.es/slide/13791464/>

Figura 19, Proceso de residuos sólidos en Latinoamérica, elaboración propia, banco mundial, <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2019/03/06/convivir-con-basura-el-futuro-que-no-queremos>, file:///C:/Users/valentina/Downloads/9781464813290.pdf

Figura 20, Proceso de residuos sólidos en Colombia, elaboración propia, superservicios-ministerio de ambiente, [https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/Publicaciones/Publicaciones/2018/Dic/2.\\_disposicion\\_final\\_d\\_e\\_residuos\\_solidos\\_-\\_informe\\_2017.pdf](https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/Publicaciones/Publicaciones/2018/Dic/2._disposicion_final_d_e_residuos_solidos_-_informe_2017.pdf), <https://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente/2291-a-2018-colombia-tendra-una-tasa-de-reciclaje-del-20>

Figura 21, Proceso de residuos sólidos en Antioquia, elaboración propia, superservicios, [https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/Publicaciones/Publicaciones/2018/Dic/2.\\_disposicion\\_final\\_d\\_e\\_residuos\\_solidos\\_-\\_informe\\_2017.pdf](https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/Publicaciones/Publicaciones/2018/Dic/2._disposicion_final_d_e_residuos_solidos_-_informe_2017.pdf)

Figura 22, Proceso de residuos sólidos en Medellín, elaboración propia, ministerio de ambiente-PGIRS 2018, <https://www.centropolismedellin.com/compostaje/>

Figura 23, Proceso de residuos sólidos en Envigado, elaboración propia, Enviaseo,2018, <http://www.enviaseo.info/repositorio/index.php/s/sSG6dKqmKrXrBMH>

Figura 24, UPB sostenible, elaboración propia, UPB web, <https://www.upb.edu.co/es/blogs/upb-sostenible>

Figura 25, Biodigestor UPB (Casa Hábitat), elaboración propia

Figura 26, Biodigestor UPB (Laboratorio de Dig. Anaerobia), elaboración propia

Figura 27, Caso de estudio 1, Saint Michel, elaboración propia

Figura 28, Caso de estudio 1, Saint Michel, Generalidades, elaboración propia

Figura 29, Caso de estudio 1, Saint Michel, proveedores residuos orgánicos, elaboración propia

Figura 30, Caso de estudio 2, vivienda unifamiliar rural, elaboración propia

Figura 31, Caso de estudio 2, vivienda unifamiliar rural, Generalidades, elaboración propia

Figura 32, Caso de estudio 2, vivienda unifamiliar rural, proveedores residuos orgánicos, elaboración propia

Figura 33, Ficha técnica Minicargador, elaboración propia, lecturas specs, <https://www.lectura-specs.es/es/modelo/maquinaria-para-la-construccion-y-obras-publicas/minicargadoras-bobcat/s570-11689212>

Figura 34, Ficha técnica compresor, elaboración propia, Rylsa, <https://rylsa.com.co/index.php/productos/sectores/construccion/equipo-liviano-y-utilitario/compresores-doosan/179-compresor-doosan-p185wjd>

Figura 35, ficha técnica pluma, elaboración propia, Grisco, <https://grisco.net/pluma-grua/>

Figura 36, ficha técnica torre grúa, elaboración propia, Grisco, <https://grisco.net/pluma-grua/>

Figura 37, ficha técnica taladro percutor, elaboración propia, proveedores orientales, [http://proveedoresorientales.com/pdf/documentos/ficha\\_tecnica.php?id=587](http://proveedoresorientales.com/pdf/documentos/ficha_tecnica.php?id=587)

Figura 38, ficha técnica concretadora, elaboración propia, A1 equipos, <http://www.a1equipos.com/producto/concretadora-de-2-sacos/>

Figura 39, ficha técnica retroexcavadora, elaboración propia, Obra plaza, <https://obraplaza.com.mx/pdf/datasheet.php?id=23>

*Figura 40, ficha técnica cortadora, elaboración propia, Astroequipos, <https://www.astroequipos.com/pagina-del-producto/9-cortadora-de-ladrillo>*

*Figura 41, ficha técnica canguro, elaboración propia, ACG equipos, <http://acgequipos.com.co/wpress/index.php/apisonador-canguro/>*

*Figura 42, ficha técnica caseta, elaboración propia*

*Figura 43, caso de estudio 1, Saint Michel, maquinaria, elaboración propia*

*Figura 44, caso de estudio 2, vivienda unifamiliar rural, maquinaria, elaboración propia*

*Figura 45, caso de estudio 1, Saint Michel, proceso de recolección de residuos, elaboración propia*

*Figura 46, caso de estudio 2, vivienda unifamiliar rural, proceso de recolección de residuos, elaboración propia*

*Figura 47, modelo de gestión urbano, elaboración propia*

### **Residuos sólidos**

Los residuos sólidos o desechos son definidos por el decreto 1713 de 2002, como:

*Cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final.* (ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2003).

### **Residuos orgánicos**

La RAE define como orgánico “residuo o subproducto de origen vegetal o animal utilizado como materia prima”. (Real Academia Española, 2013).

### **Biogás**

Entendemos biogás como la mezcla de metano y el bióxido de carbono, que se genera en medios naturales obteniéndolo a partir de la descomposición de desechos orgánicos mediante la acción de microorganismos.

### **Biodigestor**

Es un contenedor que se cella de forma hermética el cual hace las veces de reactor, se deposita al interior del contenedor materia o desechos orgánicos.

### **Combustible**

Se le conoce al combustible como la sustancia que al oxidarse produce calor, energía o luz la cual es aprovechada.

## RESUMEN

Estamos en una situación donde la población mundial acrecienta cada día más, pero la preocupación por mantener un mundo sano, limpio y sostenible parece ser todo lo contrario, pues son más los impactos negativos que cometemos en contra de nuestro hogar, comenzando desde una población consumista con una generación de residuos sólidos desbordada y con una destinación final mal tratada en rellenos sanitarios, hasta llegar al gremio de la construcción que en parte es el ente que más deterioro ambiental causa, por su extracción errónea de materia prima, el uso de tan pesada maquinaria, el gran porcentaje de energía y gasolina que consume, y muchos otros factores con un daño inmensurable. Es por lo que hoy se quiere promover más una construcción sostenible, pero más que toda una construcción que desde el punto de inicio pueda tener una técnica y un funcionamiento eficiente, que pueda traer beneficios tanto ambientales como económicos. Por dicha problemática es que esta investigación plantea mostrar cuales son las principales virtudes de una energía sostenible como lo es el Biogás, como es su producción a partir de los residuos orgánicos y de la biodigestión y como se puede incluir en un modelo de gestión barrial, en torno a la vivienda, las obras de construcción y los rellenos sanitarios. El desarrollo de esta investigación gira en torno a análisis conceptuales, contextuales y prácticos, los que permiten un estudio detallado de cómo debería funcionar este modelo de gestión barrial, a partir de una fuente renovable y cuáles son sus aportes para contribuir a tan gran problemática ambiental.

**Palabras clave:** Biogás; biodigestión; residuos orgánicos; relleno sanitario; construcción

# 1 ■ MARCO INTRODUCTORIO

Para las grandes ciudades, y en este caso para Medellín, los residuos sólidos se han convertido en un grave problema, tanto ambiental, como social y cultural, ya que el mismo es causado por el crecimiento de la población, el consumismo, la ignorancia y el desconocimiento, y el cual funciona como causa-efecto, pues tiene como consecuencia el deterioro del medio ambiente, la salud humana y la calidad de vida de las futuras generaciones.

Es por eso que esta investigación busca generar nuevas alternativas para el aprovechamiento de gran parte de estos residuos, los residuos orgánicos, los cuales actualmente en gran porcentaje son desperdiciados y llevados a los vertederos y rellenos, perdiendo en ellos grandes oportunidades las cuales serían importantes a la hora de contribuir a solucionar parte de este problema ambiental.

## 1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El problema surge de la pregunta, ¿Qué cantidad de residuos producidos por los habitantes de Medellín son realmente tratados, que cantidad se recicla, como se separan, o como se aprovechan? pues vivimos en una sociedad donde la población y el consumo están en un constante aumento pero, ¿que se está haciendo al respecto?, si el mayor porcentaje de residuos generados son residuos orgánicos, los cuales son los que presentan grandes oportunidades e ideas de gestión, ¿ por qué no crear un modelo en el cual estos sean su base principal y su materia prima?, un modelo el cual puede ser parte de la solución a la gran problemática ambiental que se está reflejando en el mundo y que se empieza a manifestar con la grave alerta en que se encuentran los rellenos sanitarios (puntualmente la pradera) al estar siendo saturado por grandes cantidades de residuos que llegan todos los días por un número considerable de municipios los cuales no implementan este tipo de actividades sanas a favor del medio ambiente, y lo que están haciendo es terminar la vida útil de los rellenos.



## 1.2 ANTECEDENTES

Como referencia conceptual se tomarán aportes de textos como “UNA ALTERNATIVA A LA AUTOSUFICIENCIA ENERGETICA Y DE BIOFERTILIZANTES ” por la fundación hábitat del Quindío, una descripción clara de cómo es el funcionamiento técnico de un biodigestor, tipos, costos para su construcción, materiales necesarios, mantenimiento y algunas ventajas y desventajas, también se analizaron estadísticas e informes de “RUTA N MEDELLIN y EL BOLETIN TECNICO DEL DANE” el cual nos proporciona bases de datos sobre el contexto de los desechos a nivel mundial, colombiano y antioqueño, proceso de transformación, recolección y su disposición final. Por último, se aborda la monografía “IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES REPORTADOS DURANTE LA OPERACIÓN DE RELLENOS SANITARIOS EN COLOMBIA” en donde especifica los tipos de rellenos, sus etapas, características, impactos y otras generalidades.

Como referencia contextual se definen 3 condicionantes, EL HISTÓRICO, en donde se cuenta como se ha venido desarrollando la alternativa de generar biogás en diferentes casos de estudio como el proyecto casa hábitat, de la universidad pontificia Bolivariana, Medellín y el relleno de la doña Juana en la ciudad de Bogotá. EL NORMATIVO, que se vuelve fundamental al momento de hallar las normas y pautas que rigen el tratamiento de los residuos sólidos y la generación del biogás en Medellín y en envigado, como los PGIRS, y los planes de gestión de empresas varias. por último, el condicionante COMERCIAL, en donde se explorarán los diferentes impactos generados por maquinarias en el entorno.

## 1.3 ELEMENTOS O VARIABLES

### 1.3.1 Residuos sólidos

Aquí se pretende medir la cantidad de residuos sólidos “orgánicos” producidos por la ciudad de Medellín, y envigado, como son sus tratamientos y cuál es su disposición final. Todo esto será medido en soporte a las bases de datos proporcionadas por empresas varias de Medellín, el área metropolitana y el boletín técnico del DANE.

Subvariables:

¿Cuáles se aprovechan?

¿Cómo es su separación?

¿Cuáles sirven para producir biogás?

### 1.3.2 Tecnología de biodigestión

Por otra parte, también se debe de estimar la relación residuo-energía, o sea, con cuanta cantidad de residuos orgánicos puede trabajar un biodigestor y cuanto biogás puede producirse, dependiendo del tipo de biodigestor y biodigestión. Todo esto será medido con el apoyo de industrias OKA, empresa orientada en la producción y manejo de biodigestores dirigida por Oscar Vasco.

Subvariables:

Tipos de biodigestor

Tipos de biodigestión

Producción de biogás según cantidad y tipos de ingresos

### 1.3.3 Gestión barrial de los residuos sólidos

Se quiere evaluar como generar un modelo de gestión urbano de residuos que se apoye en la construcción de obra, en la tecnología y en la participación de la comunidad. Todo esto será medido según la cantidad de residuos que sean recolectados en la obra por viviendas específicas aledañas.

Subvariables:

Biodigestor aplicado en obra

Biodigestor en vivienda social

## 1.4 Delimitación

La búsqueda de información de las etapas contextual y práctica se delimita: Medellín, Antioquia, en un caso de estudio en el sector del poblado, y otro en la vereda pantanillo, envigado el cual incluye una empresa constructora con su proyecto.

## 1.5 Formulación del problema

¿Es posible proponer un modelo de gestión de energía a partir del biogás obtenido del tratamiento de residuos orgánicos, en construcción y en el entorno de la obra?

## 1.6 Objetivo general

Producir un nuevo modelo de aprovechamiento de energía renovable, (biogás) a partir de los residuos sólidos ordinarios de la obra y del barrio que brinde utilidades a los proyectos en construcción y al entorno cercano que afecta la obra y que a su vez sea capaz de contribuir a la emergencia ambiental.

## 1.7 OBJETIVOS ESPECIFICOS

### 1.7.1 **Objetivo Específico 1**

Conocer la cantidad de residuos orgánicos que se originan desde lo general hasta lo específico en la ciudad de Medellín y envigado, el tipo de tratamiento que reciben y su disposición final.

### 1.7.2 **Objetivo Específico 2**

Estudiar los antecedentes que tiene el programa UPB sostenible y los proyectos desarrollados para analizar cuáles son sus estrategias como aporte a la problemática ambiental.

### 1.7.3 **Objetivo Específico 3**

Analizar cómo funciona técnicamente la maquinaria de construcción que se encuentra en los casos de estudio, identificando como es su funcionamiento normalmente en obra y como sería con la utilización de esta energía renovable

### 1.7.4 **Objetivo Específico 4**

Proponer a partir de la información analizada las premisas para el diseño de un modelo de gestión urbano.

## 1.8 JUSTIFICACIÓN

Para la actual problemática ambiental de la enorme cantidad de generación de residuos sólidos y el mal tratamiento que como sociedad estamos acostumbrados a darles, se creará un modelo de gestión barrial en pro a las obras de construcción y los rellenos sanitarios, el cual tiene varios factores claves para su funcionamiento, el primero es la recolección de los residuos orgánicos que todos generamos día a día, y que en realidad son el mayor porcentaje de residuos que se generan, por lo cual son los que más llegan a lugares como rellenos sanitarios, que por lo menos la mayoría de ellos están llegando a su etapa final y terminando su vida útil por falta de espacio. Entonces son estos mismos residuos los que van a convertirse en materia prima y van a tener una segunda oportunidad de reuso para entrar en un proceso de biodigestión anaerobia, que con ayuda de varias tecnologías convertirán esto que solemos llamar basura, en una energía renovable y sostenible denominada biogás, la cual podría empezar a reemplazar sistemas como la energía eléctrica o la gasolina que tanto daño le hace al medio ambiente. Pues bien, esta energía será utilizada en algún tipo de maquinaria o abastos básicos como luz o gas para el funcionamiento de la caseta provisional que se encuentran en obra, que como propósito inmediato será reducir el porcentaje de uso de gasolina y energía eléctrica, y como propósitos a futuro, podrá generar ahorros económicos sin pasar por encima del medio ambiente, también se podrá convertir en un modelo que permanezca cuando una construcción finalice, y así hacer uso de este sistema de energía para beneficio del mismo, y por último podrá contribuir a reducir la huella ecológica tan afectada que tenemos y hacer que nuestro ecosistema pueda tener un respiro y empezar con su recuperación.

## 1.9 METODOLOGÍA

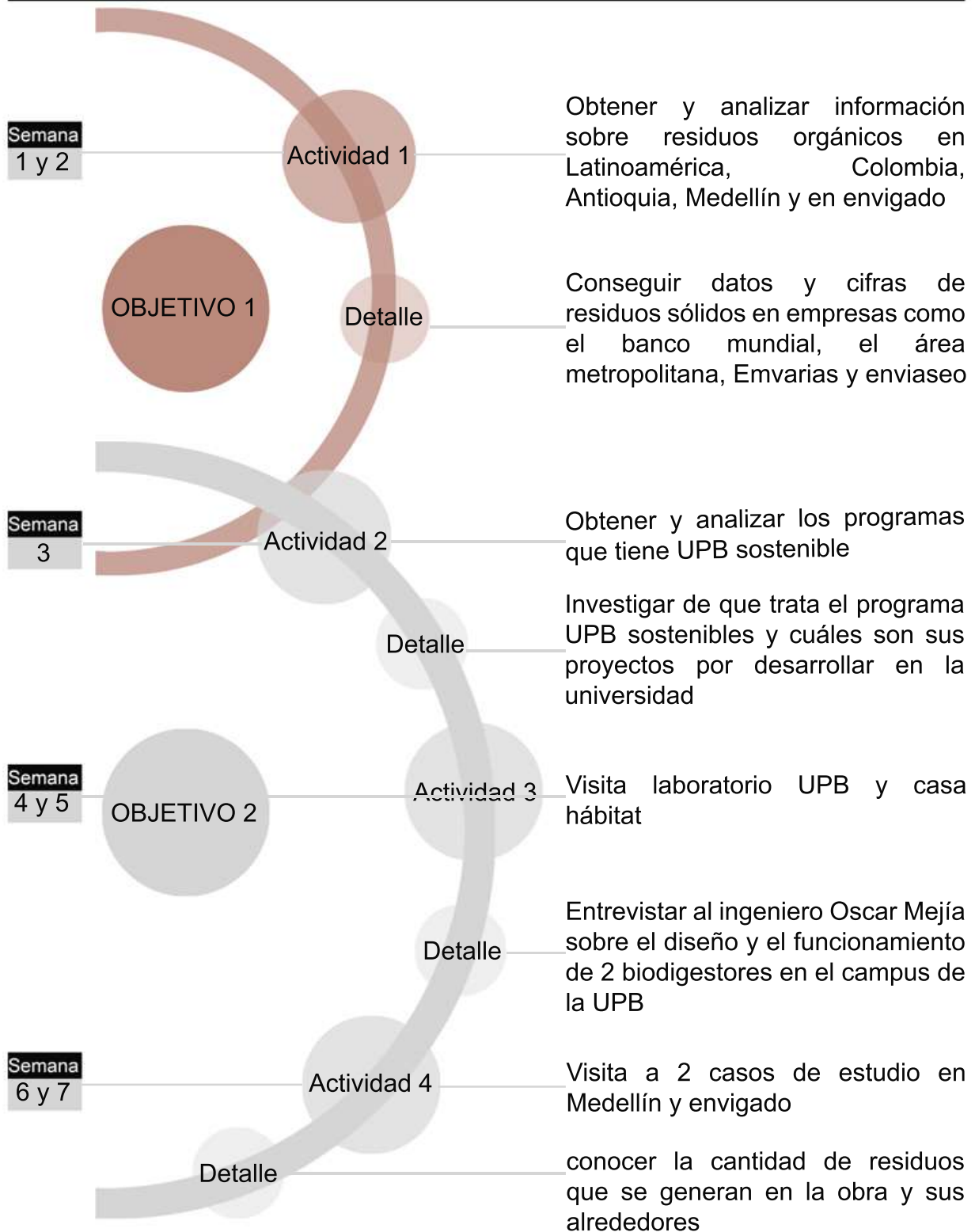


Figura 1, Metodología





Figura 1, Metodología

# 2 ■ MARCO TEÓRICO

En este capítulo de la investigación abordaremos conceptos relevantes para el desarrollo de la pregunta de investigación y un posterior acercamiento a los objetivos planteados. Se analizarán posturas de diversos autores que soporten la importancia y pertinencia de la investigación, además de su impacto en el sector de la construcción. Como principales focos de atención nos acercaremos a temas importantes como los residuos orgánicos, el procesamiento de estos y la generación de energía a partir del biogás.

## 2.1 AMBIENTAL

“Residuos sólidos como base y parte de solución del problema”

Actualmente, somos una generación que siempre estamos en constante crecimiento, por ende, se crea un mayor consumo y un desmedido manejo inadecuado a los residuos.

Según estudios de RUTA N “Colombia se clasifica con un nivel de ingreso medio-alto y una cobertura en recolección urbana del 82,7%” (tecnova, 2016) Lo que significa que su nivel de aprovechamiento no es suficiente ante el reto de responsabilidad de conservación con el medio ambiente, pues solo un 8% es reutilizado, mientras que el otro 92% tiene como su destinación final los rellenos y los vertederos.

Un 92% del cual un poco más de la mitad es materia orgánica, la cual va a ser clave en esta investigación pues va a ser el punto de inicio y la materia prima utilizable como insumo de bajo costo en la generación de bienes o energía.

Según la revista semana sostenible “Al 7,5 % de los rellenos sanitarios del país ya se les acabó su vida útil y a un 15 % le queda menos de tres años”, (sostenible, 2018) en pocas palabras, estos rellenos se convierten en una bomba a punto de explotar, como por ejemplo el relleno de Sogamoso en Boyacá, en el 2019, que estaba recibiendo los residuos de más de 40 municipios y que llegó al final de su vida útil, dando paso al uso de un nuevo relleno en Tunja.

En Bucaramanga, en el 2015, el relleno el Carrasco fue víctima de un incendio, todo esto por el mal manejo de los residuos, un escape de gas metano y altas temperaturas, que hicieron que la planta de compostaje no aguantara más y se provocara esta catástrofe. Y al igual que el relleno palangana, de la ciudad de santa marta que también sufrió un incendio en uno de sus vasos, ese mismo año, pero que nunca se dieron declaraciones certeras de que fue lo que pasó.

En Yotoco, el relleno sanitario el Guabal, en el 2015 también sufrió varias amenazas de estabilidad en el terreno por parte de miles de toneladas que entran diario, de muchos municipios del valle del cauca, y según informe de la CVC.

---

<sup>1</sup> tecnova. (2016). ruta n medellin. Obtenido de

[https://www.rutanmedellin.org/images/biblioteca/observatoriociti/02\\_ENERGIA/VT\\_WASTE-TO-ENERGY\\_TECNNOVA.pdf](https://www.rutanmedellin.org/images/biblioteca/observatoriociti/02_ENERGIA/VT_WASTE-TO-ENERGY_TECNNOVA.pdf)

<sup>2</sup>sostenible, R. s. (2018). sostwnibilidad.semana. Obtenido de

<https://sostenibilidad.semana.com/impacto/articulo/manejo-de-residuos-en-colombia-es-una-bomba-a-punto-de-estallar/40963>

“Existen problemas de manejo que pueden ocasionar el derrumbe de las montañas de basura, la contaminación de una quebrada con lixiviados, se encontró la existencia de una considerable área de basuras sin la cobertura diaria requerida con un geotextil y hay un continuo afloramiento y encharcamiento de lixiviados, debido posiblemente a la inoperabilidad de los filtros”. (Acodal, 2015) .

problemas que actualmente siguen vigentes y creciendo, menos la trata de los lixiviados que fue solucionado en el 2018.



Figura 2, Incendio en relleno sanitario de Bucaramanga



Figura 3, Incendio en relleno sanitario de Santa Marta



Figura 4, Mal manejo en relleno sanitario del valle



Figura 5, final de vida útil en relleno de Boyacá

---

<sup>3</sup> Acodal. (2015). acodal.org. Obtenido de <http://www.acodal.org.co/alerta-ambiental-por-el-manejo-de-basuras-en-el-relleno-sanitario-de-yotoco/>

En cuanto a Antioquia, (lugar de estudio) de acuerdo con el reporte de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, existen “60 rellenos que atienden 110 municipios”, de los cuales el 55% cumplen su vida útil en 1 o 2 años, mientras que el otro 45% sería entre 5 y 10 años”. (domiciliarios, 2015) .

Entre estos rellenos, el más importante y el que más cantidad de camiones recibe diario, es la pradera, que empezó operaciones el 6 de junio del 2003, después de que el relleno de la curva de rodas hubiera terminado su vida útil, que cuenta con 3 vasos “ La Carrilera, La Música y Altair” (*Periodico El Tiempo*, 2019) los cuales con el crecimiento poblacional acelerado que ha tenido el departamento está haciendo que el lugar llegue a su tope máximo y que probablemente su vida útil finalizará en el 2022.



Figura 6, Relleno la pradera

Y como estos rellenos son muchos los que desde hace años están pasando situaciones similares, situaciones que deberían ser alarmantes para nuestra sociedad que solo tienen objetivos económicos y sociales de su población dejando de lado las implicaciones ambientales que generan en su entorno, que podrían tener otro tipo de solución, y no la única que parece ser la más eficaz que es buscar otro lote para un nuevo relleno sanitario cada que el anterior termine su vida útil.

---

<sup>4</sup> domiciliarios, S. d. (2015). superservicios. Obtenido de <https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/SSPD%20Publicaciones/Publicaciones/2018/Oct/informedisposicionfinalano2015-sspd1.pdf>

<sup>5</sup> periódico El Tiempo. (2019). El tiempo. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/colombia/medellin/en-2022-el-relleno-sanitario-la-pradera-alcanzaria-su-maxima-capacidad-336876>

## 2.2 TECNICO

### “Biogás como forma de energía”

Según cifra entregada por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, en Colombia se generan aproximadamente 31.780 toneladas de residuos sólidos al día, siendo 1.800 de la ciudad de Medellín y donde 1.062 son materia orgánica (*Periodico El Colombiano, 2018*). 1.062 toneladas mal manejadas, que cada vez generan más y más contaminantes, gases de efecto invernadero y hasta enfermedades mortales.

Es por esto por lo que la sociedad sigue enfocada en buscar nuevas alternativas para seguir apoyando las energías renovables, y es entre estas que se encuentra la digestión anaerobia, un conjunto de procesos bioquímicos desarrollados en un ecosistema libre de oxígeno, a través de los cuales se logra la desintegración, transformación y estabilización de la materia orgánica biodegradable, mediante la acción de varios 2 grupos de microorganismos. Como producto final de este proceso se obtiene una mezcla gaseosa conocida como biogás, formada principalmente por metano ( $\text{CH}_4$ ) y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). Además, el efluente digerido presenta nutrientes adecuados para la fertilización de terrenos cultivables. (*Khanal, 2008*).

La digestión anaerobia es un proceso sostenible que permite establecer una solución concreta a la problemática del manejo de los residuos orgánicos biodegradables y la generación de energía con un impacto ambiental mínimo.



figura 7, proceso de biogás

<sup>6</sup> periódico El Colombiano. (2018). El colombiano. Obtenido de <https://www.elcolombiano.com/antioquia/basuras-en-medellin-cuanto-nos-cuestan-DE9071522>

<sup>7</sup> Khanal, S. (2008). Bioresource Technology. Obtenido de [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/58988852/SEM-1-Vasco-Correa\\_et\\_al.\\_201820190422-47800-19jzmei.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DAnaerobic\\_digestion\\_for\\_bioenergy\\_produc.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Cred](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/58988852/SEM-1-Vasco-Correa_et_al._201820190422-47800-19jzmei.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DAnaerobic_digestion_for_bioenergy_produc.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Cred)

Estudios recientes relacionados con la digestión anaerobia, han encontrado que los residuos de las plantas de sacrificio de animales y del procesamiento de alimentos, son sustratos adecuados para la producción de biogás, porque usualmente contienen alta concentración de material orgánico y son ricos en proteínas y lípidos (cuetos, 2008) . Sin embargo, la digestión anaerobia de estos residuos requiere un gran control operacional debido a la cantidad de compuestos inhibitorios que generan dentro del proceso, como amoníaco y ácidos grasos volátiles. (Abreu, 2005).

En la actualidad, el biogás se utiliza en el mundo como una fuente de combustible, tanto a nivel industrial como doméstico. Su explotación ha contribuido a impulsar el desarrollo económico sostenible y ha proporcionado una fuente energética renovable alternativa al carbón y al petróleo. Asimismo, La utilización del CH<sub>4</sub> contenido en el biogás puede llegar a reemplazar gradualmente los combustibles fósiles, debido a la rentabilidad específica que genera su producción y la característica de carbono neutro que presenta (Arrieta-Palacios, 2016) .

---

<sup>8</sup> cuetos, h. (2008). core. Obtenido de DIGESTIÓN ANAEROBIA DE SUBPRODUCTOS DE LA: <https://core.ac.uk/download/pdf/41763876.pdf>

<sup>9</sup> Abreu, Y. L. (2005). Redalyc. Obtenido de La digestión anaerobia. Aspectos teóricos. Parte I.

<sup>10</sup> Arrieta-Palacios, W. (2016). pirhua. Obtenido de DISEÑO DE UN BIODIGESTOR DOMÉSTICO PARA EL APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL ESTIÉRCOL DE GANADO

## **Crterios para considerar en el diseo de un biodigestor**

Los siguientes son los aspectos a tener en cuenta en el diseo, planificacin y construccin de un biodigestor:

### **Factores humanos**

- *Idiosincrasia*
- *Necesidad, la cual puede ser sanitaria, energa y de fertilizantes.*
- *Recursos disponibles de tipo econmicos, materiales de construccin, mano de obra, utilizacin del producto, rea disponible.*
- *Disponibilidad de materia prima, si se cuentan con desechos agrcolas, desechos pecuarios, desechos domsticos, desechos urbanos, desechos industriales.*

### **Factores biolgicos**

- *Enfermedades y plagas tanto humanas como pecuarias y agrcolas*

### **Factores fsicos**

- *Localizacin, la ubicacin si es en zona urbana, rural o semiurbana y la geografa aspectos como la latitud, longitud y altitud.*
- *Climticos dentro de estos aspectos estn las temperaturas mximas y mnimas, la precipitacin pluvial, la humedad ambiental, la intensidad solar, los vientos su intensidad y direccin.*
- *Vas de acceso.*
- *Topografa, teniendo en cuenta el declive del suelo: si es plano, ondulado, o quebrado.*
- *Suelos con sus caractersticas como la textura, estructura, nivel freático y capacidad agrolgica.*

### **Factores de construccin**

- *Tcnicas de construccin si es de tierra compactada, cal y canto o ladrillo (barro cocido, suelo-cemento, silico-calcáreo), planchas prefabricadas, ferrocemento, concreto, mdulos prefabricados.*



### **Factores utilitarios**

- *Función principal, si se construye de manera experimental, demostrativa o productiva.*
- *Usos, si el uso es de tipo sanitario, energético, fertilizante, integral.*
- *Organizativo si el biodigestor se va a construir a escala doméstica, para grupo familiar, comunitario o empresas.*
- *Capacidad, si es pequeño de 3 a 12 m<sup>3</sup> / digestor; si es mediano de 12 a 45 m<sup>3</sup> digestor y si es grande de 45 a 100 m<sup>3</sup> / digestor.*
- *Operación de la instalación contemplando aspectos como el funcionamiento del pretratamiento, la mezcla, la carga, y controles de PH, obstrucciones de líquidos,*
- *sólidos y gases: las descargas de efluentes tanto líquidas como gaseosas y de lodos; el almacenamiento de los líquidos, sólidos y gases; la aplicación de líquidos por bombeo, por tanques regadores o arrastre por riego; los sólidos que están disueltos en el agua y los sólidos en masa y por último los gases utilizados para la cocción, iluminación e indirectamente en los motores.*

*Con el objetivo de disminuir el tamaño de los digestores se han utilizado los productos orgánicos que brindan mayor cantidad de biogás por unidad de volumen; algunos de ellos son: la excreta animal, la cachaza de la caña de azúcar, los residuales de mataderos, destilerías y fábricas de levadura, la pulpa y la cáscara del café, así como la materia seca vegetal (Habitát, 2005)*

Finalmente, la decisión de tomar la iniciativa de apostar por la utilización de un tipo de Equipo como este y de una energía renovable como los es el biogás es quizás el paso más complicado de tomar, pero es la mejor decisión que se puede tener en pro de ayudar a crear nuevas estrategias sostenibles que el mundo necesita y que gracias a nuevas tecnologías todo se vuelve mucho más fácil.

---

<sup>11</sup> *Habitát, F. (2005). Biodigestores Una alternativa a la autosuficiencia energética y de biofertilizantes. Obtenido de Academia:  
[https://www.academia.edu/8184562/Biodigestores\\_Una\\_alternativa\\_a\\_la\\_autosuficiencia\\_energ%C3%A9tica\\_a\\_y\\_de\\_biofertilizantes](https://www.academia.edu/8184562/Biodigestores_Una_alternativa_a_la_autosuficiencia_energ%C3%A9tica_a_y_de_biofertilizantes)*

# 3 ■ MARCO CONTEXTUAL

Este capítulo tiene como objetivo entender como es el contexto en el que se abordará el tema de las energías renovables, como se ha manejado en diferentes partes del mundo el concepto de biogás y biodigestión, como aparte de esto se tratan los residuos en Colombia y especialmente en Medellín y envigado y como el sector de la construcción está implicado directamente en la problemática ambiental por la que estamos atravesando. Esto se hará a partir de 3 elementos contextuales: la delimitación histórica, normativa y comercial y Como partes o temas contemplados se hablará de 2 casos de estudio nacionales, normativas, políticas públicas e industrias relacionadas con el tema comercial y energía renovable.

### 3.1 HISTÓRICO

“Concepto de biodigestión a través del tiempo”

Los primeros biodigestores se realizaron en China a mediados del siglo XX. Eran biodigestores hechos de ladrillo que se asemejaban a ollas gigantes de cocina enterradas y cerradas herméticamente. Debido a la laboriosidad de la obra de este tipo de biodigestores, sus costes eran altos y hacían que esta tecnología no fuese accesible a las familias medianas y pequeñas productoras del ámbito rural con menores recursos.

A partir de los años setenta se desarrollaron biodigestores industriales en países desarrollados, donde grandes cantidades de materia orgánica producían ingentes cantidades de biogás, usualmente empleado para la generación de electricidad. Pero la tecnología tan compleja y sus altísimos costes de inversión alejaban aún más a los biodigestores de las familias con menores recursos y que no poseían cantidad de ganado. A finales de los ochenta se propusieron biodigestores familiares como tecnología apropiada al desarrollo, donde los costes de inversión son fácilmente recuperados por una familia en dos o tres años: es el nacimiento de los biodigestores de bajo costo. (RedBioLac, 2011).



Figura 8, Biodigestor de polietileno



Figura 9, Digestor con tanque de almacenamiento

---

<sup>12</sup>RedBioLac. (2011). Red de Biodigestores Para Latino América y el Caribe. Obtenido de <http://redbiolac.org/biodigestores/p>

Es en el 2000 entonces que se empieza a implementar esta tecnología en Colombia, sobre todo en zonas rurales donde antes se recurría también al compostaje.

En Medellín Colombia tenemos varios casos de estudio, uno de ellos es la casa hábitat, ubicada en la universidad pontificia Bolivariana, campus de laureles.

*“Un espacio que pretende sensibilizar en el uso de las energías renovables, en el manejo y apropiación de tecnologías eficientes y de su efecto en la mitigación de las emisiones de CO2, un modelo que se ajusta a prácticas responsables de diseño, construcción y operación como aporte a la construcción de una Colombia que le apuesta a la sostenibilidad” (Lalinde, s.f.).*

Un Smart Living Lab de aprovechamiento energético que surgió de un diseño bioclimático, el cual cuenta con un sistema de generación de energía eléctrica a partir de paneles solares, baterías y un biodigestor casero.

Biodigestor que fue hecho en Israel y que funciona con los residuos orgánicos producidos por la cafetería y restaurantes del campus, y que en total se estarían produciendo 4 kl de RSO y 6 litros de aguas residuales por día, lo que equivale a 800 litros de biogás al día.



Figura 10, casa Hábitat

---

<sup>13</sup> Lalinde, L. F. (s.f.). UPB. Obtenido de Lectura de Arquitectura: Proyecto "Casa Yarumo - Hábitat Sostenible": <https://www.upb.edu.co/es/eventos/lectura-de-arquitectura-casa-yarumo-habitat-sostenible-2018-monteria>

Cabe decir, que la universidad pontificia Bolivariana, desde hace años se ha desempeñado por crear estrategias sostenibles las cuales la han hecho ser poseedora de grandes reconocimientos. El ultimo que obtuvo fue por parte del *Times Higher Education*, el cual lanzó su segunda edición de un ranking “evalúa el aporte de las universidades a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, como una forma de medir el impacto social de las instituciones de educación superior”. (UPB, s.f.).

Este ranking tuvo en cuenta 700 universidades del mundo, en donde la UPB se ubicó en el top 10 de mejores universidades del mundo y como la primera de Colombia y América latina, en contribuir con el objetivo “Acción por el clima” en donde podemos recordar que, en el 2019, el multicampus recibió la certificación de ser la primera institución de Latinoamérica en ser “carbono neutro”.

Por otro lado, En el año 2018 se iniciaría un sistema de tratamiento y biodigestión en el relleno sanitario de doña Juana con el fin de generar una gran reserva de biogás, que se obtendría de los residuos orgánicos que lleguen al lugar, y que son utilizados para formar un biocombustible con el que se reemplazaría hasta un 20 % de la gasolina en Bogotá, y se utilizaría en el sistema Transmilenio de transporte público de la ciudad, pues la producción de biogás sería de 6.000 y 7.000 m<sup>3</sup> por hora, una cantidad importante con la cual se disminuiría en gran porcentaje los niveles de emisión de CO<sub>2</sub>. (espectador, 2018).

Pero este proceso no tuvo ni pies ni cabeza, y las consecuencias se vieron reflejadas el día martes 28 de abril del 2020, 3 años después de que varios estudios dijeron que estos rellenos estaban a punto de llegar a su vida útil, a la cual se hizo caso omiso, y lo que provocó un deslizamiento de 60.000 toneladas de residuos, segunda emergencia sanitaria que se da en este relleno, pues cabe recordar que el 27 de septiembre de 1997, hubo otra avalancha pero está superando el millón de toneladas de residuos. Pero independientemente de la cantidad de residuos que hayan sido en la primera o en la segunda ocasión de esta emergencia, los afectados siempre son las zonas vulnerables del sur de Bogotá, que además de aguantarse el mal olor todo el día y toda la noche, se producen también enfermedades respiratorias, gastrointestinales, dolores de cabeza y abdominales.

---

<sup>14</sup> UPB, A. d. (s.f.). UPB. Obtenido de <https://www.upb.edu.co/es/noticias/upb-lidera-aporte-ods>

<sup>15</sup> espectador, E. (2018). El espectador. Obtenido de <https://www.elespectador.com/noticias/bogota/residuos-de-dona-juana-se-podrian-convertir-en-biogas-para-el-transporte-publico-de-bogota-articulo-806401>



Figura 11, deslizamiento en relleno Doña Juana

Pero ¿Qué fue lo que provocó este deslizamiento?, y es que fueron varios factores por parte de la CGR que hicieron que este relleno terminara de colapsar, pues según la entidad distrital.

*“debía mejorar la planta de lixiviados y optimizar su tratamiento, así como hacer las obras de estabilización del relleno, poner los instrumentos de geotecnia para detectar movimientos de los residuos dispuestos, construir las vías internas, y tener una capacidad de disposición de mínimo seis meses, entre otras, que no se hizo”. (Semana, 2020).*

Entonces, en definitiva, la solución a esta gran problemática no puede ser volver a reacomodar toda esta cantidad de residuos, y seguir como estaba antes, ni esperar a que este relleno llegue a su tope y buscar otro lote para convertirlo en un nuevo. La solución tiene que ser mucho más profunda e inteligente que esta, y como no se puede evitar que los habitantes generen menos residuos, si se puede crear un modelo de gestión que trate el mayor porcentaje de estos, que en el caso son residuos orgánicos, y que sean utilizados en fuentes reciclables y evitar a toda costa su llegada a los rellenos.

---

<sup>16</sup> semana. (2020). Semana. Obtenido de <https://www.semana.com/nacion/articulo/relleno-dona-juana-uaesp-responsabilizo-del-deslizamiento-al-operador/667066>

### ¿Bajo qué normas se rige el tratamiento de residuos sólidos en Medellín?

Emvarias Grupo EPM es la organización encargada desde hace 54 años de la prestación del servicio público de aseo domiciliario y sus actividades complementarias en la ciudad de Medellín, según la ley 142 de 1994, se determinó que se prestara únicamente el servicio de aseo, entendido como la recolección municipal de residuos (principalmente sólidos) y actividades complementarias de transporte, barrido y limpieza de vías y áreas públicas, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de los residuos, corte de césped y poda de árboles ubicados en vías y áreas públicas. Los servicios agropecuarios pasaron a ser administrados por particulares. (*Emvarias, s.f.*)

Esta empresa se ha encargado durante muchos años de mantener limpia la ciudad, y es por lo que siempre trata de innovar y de crear contenidos en los cuales explica paso a paso como debe de ser el tratamiento de los residuos sólidos por parte de los ciudadanos, para que ellos como organización puedan complementar la acción y así ser líderes como una ciudad sostenible.

Es por lo que ha creado un manual para todos los ciudadanos de Medellín, de cómo debe de ser la adecuada gestión de los residuos sólidos en la ciudad, aclarando como son sus rutas de recolección, la hora, el barrio, que es basura y que son residuos aprovechables, cuáles son sus tipos, como deben de ser las separaciones entre ellos y en qué tipo de recipiente deben de ir para una fácil identificación.

Actualmente hay un programa de zonificación en la ciudad, este esquema le explica a la ciudadanía de Medellín cómo es todo el ciclo de los residuos sólidos en Medellín, desde su generación en residencias, comercio industria entre otros, siguiendo con la recolección y el transporte por medio de los vehículos compactadores y el personal de barrido, dando paso después a la transferencia, tratamiento y aprovechamiento en el relleno sanitario la pradera, donde después se llega a la disposición final en los vasos respectivos y finalmente el último paso donde se lleva a la disposición final en los vasos respectivos y finalmente el último paso donde se lleva a las zonas agrícolas los residuos tratados el cual con aprovechan como compost y fertilizante para sus tierras. En conclusión, este modelo de gestión muestra como las empresas Emvarias tienen una gran responsabilidad social y ambiental con la ciudad, y se encargan de realizar todo este proceso.

---

<sup>17</sup> *Emvarias. (s.f.). Emvarias. Obtenido de <https://www.emvarias.com.co/corporativo/home/institucional/quienes-somos>*



Figura 12, gestión de residuos sólidos Emvarias

Estos puntos naranjas, son unos contenedores móviles que se encuentran en algunos lugares específicos de la ciudad de Medellín, (parque de laureles, parque de la floresta,



Belén, Provenza y el tesoro) los cuales tienen como propósito, promover el reciclaje y el aprovechamiento para así reducir la cantidad de residuos sólidos que llegan diariamente al Relleno Sanitario La Pradera, Entonces llegan residuos como pilas (47,59kl), luminarias (13,70 kl), medicamentos (29,48kl), consolidado reciclables (537 kl) y consolidado aceite (36,6 kl) mensualmente. (Emvarias, s.f.)

Figura 13, gestión de residuos sólidos Emvarias

<sup>18</sup> Emvarias. (s.f.). Gestión Puntos Naranja. Obtenido de <https://www.emvarias.com.co/corporativo/home/sostenibilidad/gestion-social>



## ¿Bajo qué normas se rige el tratamiento de residuos sólidos en envigado?

Enviaseo E.S.P es la empresa industrial encargada de la prestación de los servicios de recolección, transporte, barrido de vías y áreas públicas, disposición final y formación a la comunidad en el manejo de los residuos sólidos del municipio de envigado hace 21 años.

*“La empresa tiene una apuesta clara por la educación de los Envigadeños y el impacto positivo que esto tiene en la vida cotidiana de la ciudad. Por eso, ha desarrollado proyectos de sensibilización, charlas, brigadas y asesorías, que sumados a la prestación del servicio público de aseo redunda en el mejoramiento de la calidad de vida de los Envigadeños” (Enviaseo, s.f.).*



Figura 14, gestión de residuos Enviaseo

---

<sup>19</sup> Enviaseo. (s.f.). Enviaseo. Obtenido de <https://enviaseo.gov.co/index.php/corporativo-m/quienes-somos>

Debido a un proyecto en el PGIRS municipal, en el 2016, Enviaseo en convenio con la Secretaría de Medio Ambiente y la Cooperativa Pre ambiental establecieron unas rutas recolección selectiva de material reciclable que consta de 3 macro rutas y 35 micro rutas para intervenir barrios centrales del municipio de Envigado. (PGIRS, 2016).

Según el informe ambiental de Enviaseo, Actualmente, las rutas selectivas cubren el 77% de los barrios del municipio, es decir, 30 de los 39 barrios, también Se aumentó en 200% el material recolectado cada mes, con respecto a 2016, esto se traduce en 291 toneladas promedio mes. (Enviaseo, 2018).

En efecto, tanto Medellín como Envigado tienen sistemas de recolección y separación de residuos muy completos y que cada día tratan de crear nuevas estrategias para que este proceso sea cada vez mejor y más sano a favor del medio ambiente. ¿pero es esto suficiente? Y en definitiva la respuesta es no, nunca va a ser suficiente si se trata de ayudar de mejorar las condiciones ambientales, porque, aunque haya separación de residuos y un debido transporte hacia los sitios de destinación final, la gran problemática sigue siendo la misma, los rellenos sanitarios se siguen saturando, por eso la primera estrategia que se debe pensar es como hacer que cada vez lleguen menos residuos a estos lugares.

---

<sup>20</sup> PGIRS. (2016). ACTUALIZACION DEL PLAN DE GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS -. Obtenido de [envigado.gov.co/secretaria-ambiente/Documents/PGIRS\\_2016\\_2017.pdf](http://envigado.gov.co/secretaria-ambiente/Documents/PGIRS_2016_2017.pdf)

<sup>21</sup> Enviaseo. (2018). Informe de sostenibilidad. Obtenido de <http://www.enviaseo.info/repositorio/index.php/s/sSG6dKqmKrXrBMH?>

### 3.3 COMERCIAL

“Gestión ambiental como necesidad en el sector comercial”

*La mitad de los materiales empleados en la industria de la Construcción proceden de la corteza terrestre, produciendo anualmente en el ámbito de la Unión Europea (UE) 450 millones de toneladas de residuos de la construcción y demolición (RCD); esto es, más de una cuarta parte de todos los residuos generados. Este volumen de RCD aumenta constantemente, siendo su naturaleza cada vez más compleja a medida que se diversifican los materiales utilizados. Este hecho limita las posibilidades de reutilización y reciclado de los residuos, que en la actualidad es sólo de un 28% (en el caso de España, un 5%), lo que aumenta la necesidad de crear vertederos y de intensificar la extracción de materias primas.*

*En términos estadísticos, se puede decir que el sector de la Construcción es responsable del 50% de los recursos naturales empleados, del 40% de la energía consumida (incluyendo la energía en uso) y del 50% del total de los residuos generados. (Sneider, 2016).*



Figura 15, canteras y minas a cielo abierto



figura 16, Vertederos

---

<sup>22</sup> Sneider, R. (2016). IMPACTOS AMBIENTALES PRODUCIDOS POR EL USO DE MAQUINARIA EN. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/12566/4/IMPACTOS%20AMBIENTALES%20PRODUCIDOS%20POR%20EL%20USO%20DE%20MAQUINARIA%20EN%20EL%20SECTOR%20DE%20LA%20CONSTRUCCI%C3%93N.pdf>



Figura 17, explotación de madera



figura 18, Construcción en zonas de alto valor natural

En Colombia existe la Ley 1124 de 2007, Decreto 1299 de 2008, que dice:

*Las grandes y medianas empresas a nivel industrial tendrán un plazo máximo de seis (6) meses, y las pequeñas y micro -empresa un plazo de nueve (9) meses, contados a partir de la publicación del presente decreto, para conformar el Departamento de Gestión Ambiental. El incumplimiento de las obligaciones contenidas en el presente decreto dará lugar a las sanciones respectivas, según el caso. (gestor normativo, 2008).*

En pocas palabras esto lo que dice es que cada empresa tiene que desarrollar su actividad productora reglamentada por una norma ambiental. Pero esto no se hace suficiente a la hora de ver los diferentes impactos en los medios bióticos (fauna y flora) y medios abióticos. (agua, suelo y aire).

Es por eso que la gestión ambiental debe de ser una necesidad crucial para el sector comercial, y aún más para el sector de la construcción, en donde estas estrategias sostenibles deberían de ser el punto de partida, pues sabemos que todos estos materiales que se utilizan en la construcción son en gran porcentaje los que más contaminan el ambiente y no solo como materia prima sino desde su extracción, hasta su utilización, producción y o fabricación, pues es aquí donde es necesaria una gran cantidad de maquinaria pesada que tiene alto impacto por utilización de gasolina en su gran mayoría o por fuentes eléctrica, que se traduce en emisiones atmosféricas , polvo en suspensión, ruidos y vibraciones, vertidos líquidos al agua, residuos y el exceso de consumo energético.

---

<sup>22</sup> gestor normativo. (2008). función pública. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=36256>

# 4 ■ MARCO PRÁCTICO

En este capítulo de la investigación se busca analizar toda información recogida anteriormente, por medio de las diferentes fuentes secundarias (documentos digitales, documentos bibliográficos, monografías, sitios web y testimonios de expertos en el tema de sostenibilidad) y basado en algunas investigaciones en la ciudad de Medellín, relacionándolo y aplicándolo primero al contexto que estamos tratando, como cantidades de residuos sólidos, cantidad de rellenos y porcentajes de reciclaje y reutilización en Medellín y envigado, y segundo, a los 2 casos de estudio que se trataran, uno de estos, un edificio multifamiliar “edificio Saint Michel” que está en su fase de construcción y está ubicado en el barrio el poblado de Medellín. Y el otro una vivienda unifamiliar rural, también en proceso de construcción que está ubicada en la vereda pantanillo, envigado. biodigestión. Todo esto a partir de gráficos, esquemas y diagramas de barras

## 4.1 ACTIVIDAD 1: GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Para cumplir el primer objetivo de la investigación se analizó como es la gestión y todo el proceso de los residuos orgánicos a través de 4 escalas, Latinoamérica, Colombia, Antioquia, Medellín, y Envigado, explicando cuáles son las cantidades de generación de residuos en estas escalas, cuáles son los porcentajes de reutilización, reciclaje, o uso en compost y fertilizante. Además, también se dan las cifras de cuantos de estos llegan a rellenos sanitarios, vertederos, escombreras o sitios no autorizados, todo esto a través de gráficos, mapas, localizaciones y diagramas que nos muestran.

## PROCESO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN AMÉRICA LATINA

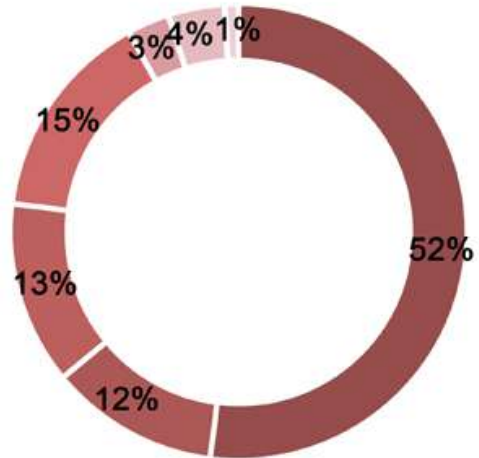
### Generación de residuos/Per cápita/por día

0 a 0,49kg    0,50 a 0,99kg    1 a 1,49kg

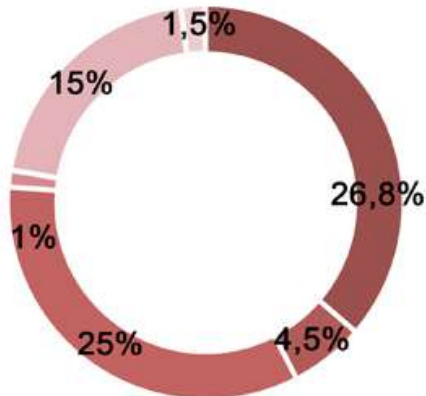


Según el banco mundial, América Latina y el Caribe generan 231 millones de toneladas de residuos sólidos anuales. Los desechos generados en el planeta anualmente alcanzan los 2.010 millones de toneladas, cifra que se disparará hasta llegar a los 3.400 millones de toneladas anuales. Es decir, que en un poco más de 3 décadas generaremos casi un 70% más de basura (banco mundial, 2019)

### Tipo de residuo



### Destinación final



■ Vertedero abierto    ■ Reciclaje    ■ Relleno sanitario  
■ Compost    ■ Relleno controlado    ■ Relleno sin especificar

Figura 19. Proceso de residuos sólidos en Latinoamérica

# PROCESO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN COLOMBIA

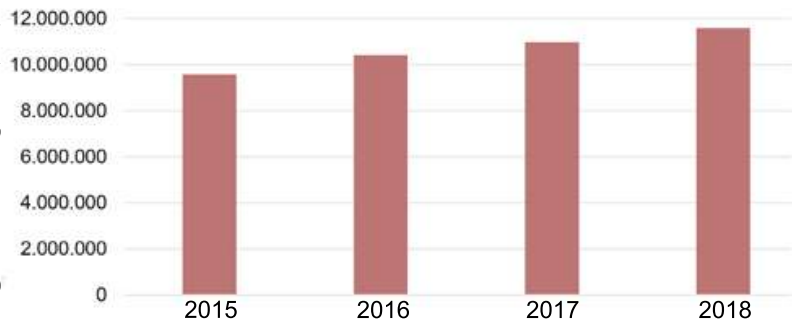


1. generación de residuos sólidos
2. disposición final sin tratar
3. reutilización



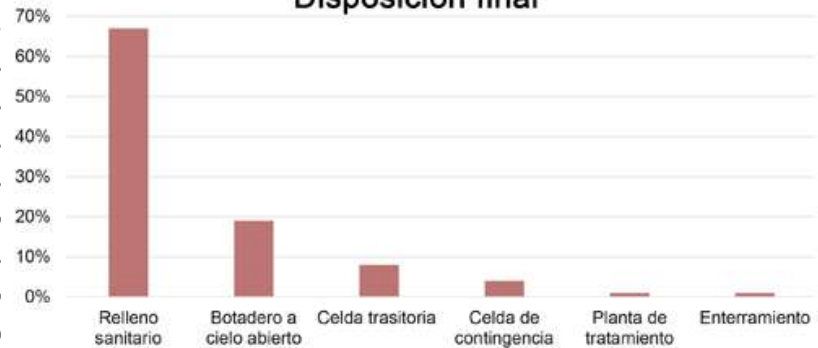
La disposición de residuos a nivel nacional se ha incrementado en un 13% aproximadamente, con lo que en promedio año a año, la disposición aumentó en un 2% (superservicios, 2017)

## Generación de residuos sólidos



El país cuenta con 144 rellenos sanitarios, 8 celdas de contingencias y 3 plantas de tratamiento. Frente a los sistemas no autorizados están 41 botaderos a cielo abierto, 18 celdas transitorias y 2 sitios de enterramiento (superservicios, 2017)

## Disposición final



Anualmente la tasa de reciclaje de residuos como papel, cartón, vidrio, metales y plásticos es del 17%, a 2018 la meta será alcanzar una tasa del 20% como resultado de la puesta en marcha de instrumentos normativos (min.ambiente 2018)

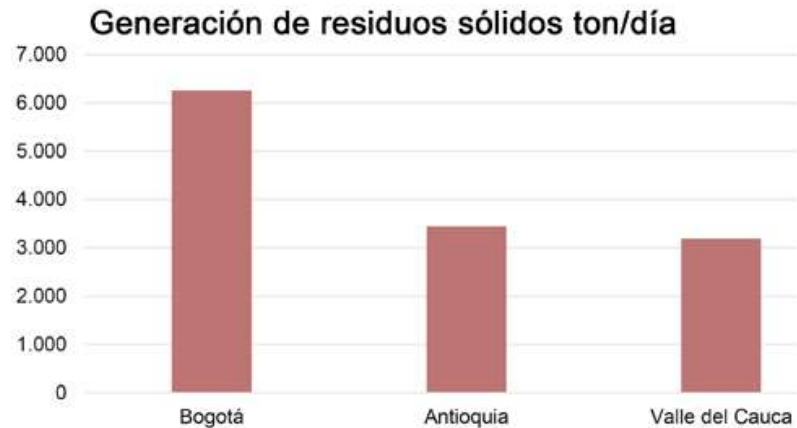
## Reutilización



Figura 20, Proceso de residuos sólidos en Colombia.



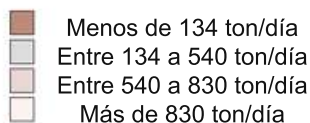
## PROCESO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN ANTIOQUIA



El 44% de las toneladas de residuos sólidos dispuestos en Colombia se concentran en el distrito Capital y 2 departamentos; Bogotá, Antioquia y Valle Del Cauca

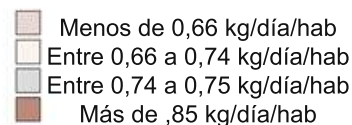
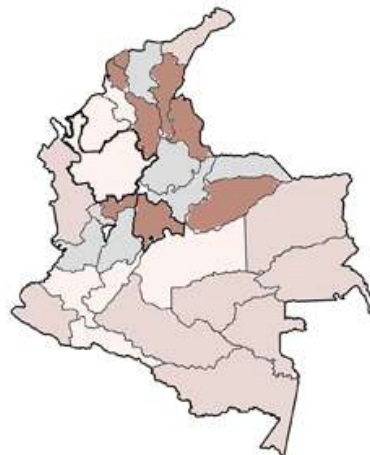
### Ton/diarias promedio por departamento

Donde se registra mayor generación de residuos son los lugares donde se ubican las zonas del país con mayor densidad poblacional



### Ton/hab/día promedio por departamento

Aquí se ve una variación en las zonas de generación de residuos, resultado de factores como la población flotante por el turismo



### Disposición final autorizada por departamentos

De los 125 municipios que tiene Antioquia, 105 tienen un sitio de disposición autorizado, o sea, el 84% del sector.

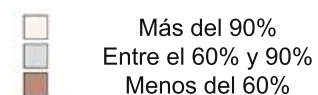
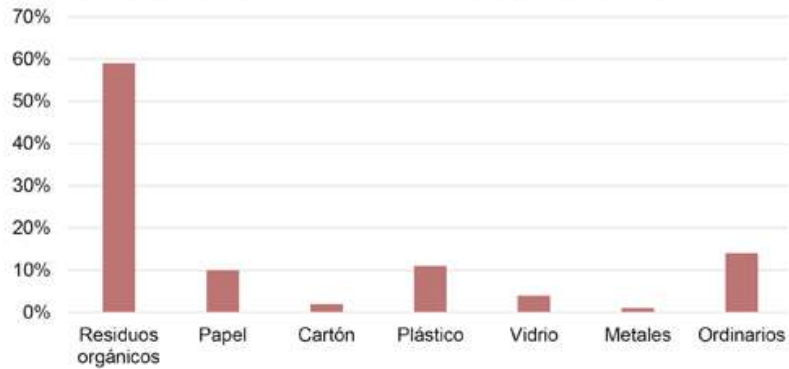


Figura 21, Proceso de residuos sólidos en Antioquia.

## PROCESO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN MEDELLÍN



### Tipos de residuos generados en Medellín



Medellín es el municipio de Antioquia que mas aporta residuos sólidos, con una cantidad aproximada de 1860 toneladas al día

### Disposición final de los residuos en Medellín



### Razón de los habitantes para separar residuos

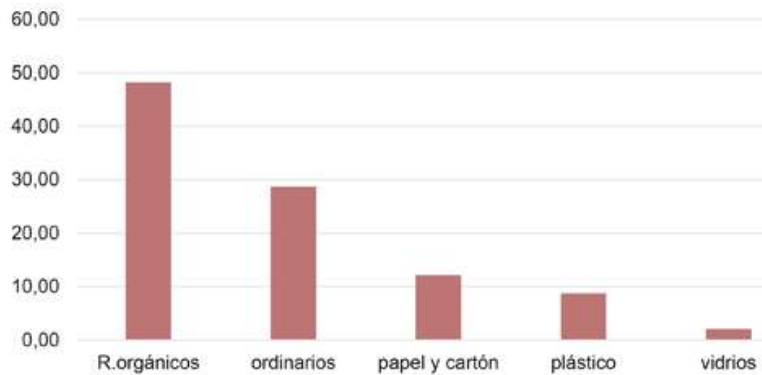


Cifras del ministerio de Medio Ambiente señalan que en Colombia solo se aprovecha el 17% de los residuos reciclables. En el valle de Aburrá, por su parte, según el plan de gestión integral de residuos sólidos, PGIRS, solo se aprovecha el 15% del total de los residuos (orgánicos y reciclables). En el area metropolitana unicamente se está aprovechando entre el 4% y 5% de los residuos orgánicos que se generan (mini. de ambientes, PGIRS 2 0 1 8 )

## PROCESO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN ENVIGADO



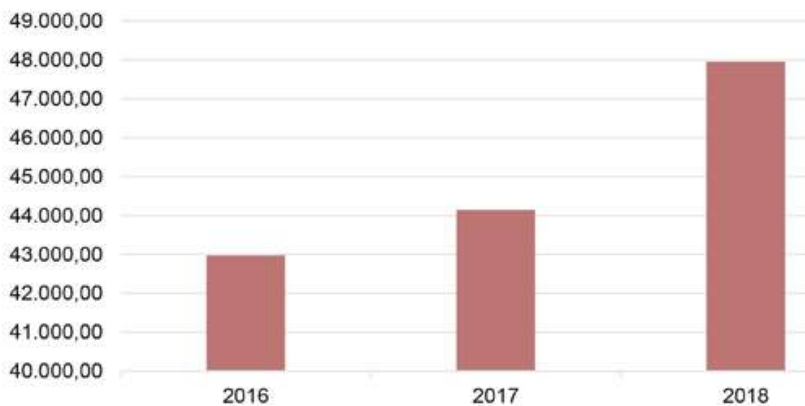
### Tipos de residuos generados en Envigado



### Disposición final de los residuos en Envigado



### Crecimiento de residuos en Envigado



Para el año 2018, han ingresado 3.067 nuevos usuarios al municipio, lo que representa un crecimiento poblacional del 3,61% de lo que va corrido del año . A agosto del 2018 se han recolectado 56.017 toneladas, 219 mas que en el mismo periodo del 2017; lo que significa un pequeño crecimiento del 0,39% lo que da cuenta de los buenos resultados del programa de reciclaje y de las rutas de recolección selectivas implementadas este año (Enviase,2018)

Figura 23, Proceso de residuos sólidos en Envigado.

## 4.2 ACTIVIDAD 2: UPB SOSTENIBLE

Para empezar con el objetivo 2, A continuación, se procede a mostrar cuales son los principales programas ambientales que maneja la universidad pontificia Bolivariana por medio de su estrategia UPB sostenible.



## UPB SOSTENIBLE



“La Universidad Pontificia Bolivariana, se compromete con la protección del medio ambiente y la prevención de la contaminación desde la formación y la gestión de los aspectos e impactos que alteran el entorno, por medio de estrategias de educación y cultura, para asegurar el mejoramiento continuo de sus procesos y el cumplimiento de la normatividad aplicable”

### Carbono neutro

La Universidad Pontificia Bolivariana se consolida hoy, como la primera universidad en Colombia y Latinoamérica carbono neutro (las emisiones producto del desarrollo de las actividades en una organización medidas a través de la huella de carbono, son reducidas, mitigadas y compensadas y son iguales a cero, a través de un proceso de verificación por un ente externo) ICONTEC.

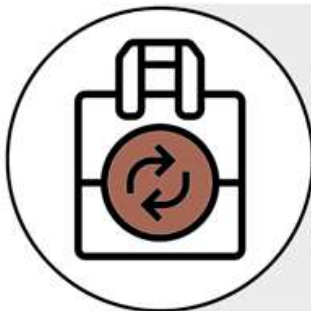


### Compost o Abono orgánico casero

La UPB cuenta con iniciativas que buscan propender por el aprovechamiento de residuos, pues incluye en su programa, el proceso de compostaje casero con los residuos orgánicos generados por las cafeterías del campus, dichos residuos son tratados y convertidos finalmente en fertilizantes y utilizados con abono en los jardines y zonas verdes de la universidad.

### Disposición final de residuos ordinarios

UPB ha logrado implementar un sistema que permite tener un campus limpio, una consolidación de la cultura responsable y amigable con el medio ambiente, a su vez que se da cumplimiento a la normativa legal, por medio de puntos limpios con recipientes verdes, azules y gris, y contenedores en los que se pueden depositar hojas de papel recicladas, revistas, folletos, entre otros.



### Compras sostenibles

La UPB incluye en su Plan de Desarrollo Institucional, lineamientos estratégicos en procura de una gestión sostenible de los proveedores. Actualmente, está iniciando con el análisis de costo-beneficio y su Ciclo de Vida, para que las decisiones sobre los productos se basen en índices de sostenibilidad que permitan la disminución de costos e impactos ambientales.

## 4.3 ACTIVIDAD 3: CASOS DE ESTUDIO UPB

Para cumplir el objetivo planteado hacia conocer los antecedentes y los programas que maneja la universidad pontificia bolivariana en torno a UPB SOSTENIBLE, se procede a mostrar la información recogida sobre los dos casos de estudio que se encuentran en el campus, por medio de una entrevista a cargo de Oscar Hernán Vasco Echeverri, Ingeniero químico, encargado de las áreas de investigación de Biotecnología, biocombustibles, digestión anaerobia, purificación de biogás, procesos de adsorción, en el laboratorio de la universidad pontificia bolivariana y en el Smart living lab del campus de laureles y también a través de 2 gráficos que nos explican detalladamente como es el proceso de estos dos biodigestores

A continuación, se presentan las preguntas que orientaron la conversación con Oscar vasco con su respuesta:

**1. ¿Qué es un digestor anaerobio y como es su procedimiento?**

*Un digestor anaerobio es un recipiente el cual ya tiene unos microorganismos, que se está alimentando durante todo el día con residuos, los cuales deben de contener agua (aguas negras) y residuos orgánicos, como por ejemplo los residuos vegetales de la cocina. como todos los días se está alimentando,(6 kilos al día), y entran y salen residuos, estos nunca van a tener un aspecto putrefacto, pues siempre están en constante movimiento (100 días) y las bacterias están transformándolo, entonces el resultado final a va a ser un fertilizante estabilizado con un pH y una acidez controlado el cual va a ser fácilmente aplicado en cultivos y flores , y un gas que sale desde la semana 2 o 3 mientras se estabiliza, hasta salir continuamente .*

**2. ¿con cuanta cantidad de residuos se alimentan estos 2 biodigestores y cuanto biogás producen?**

*Estos se alimentan de 4 kilos de residuos de comida (obtenidos de la cafetería de la universidad) y 6 litros de aguas residuales, cada una, para al final producir más o menos 800 litros de biogás al día*

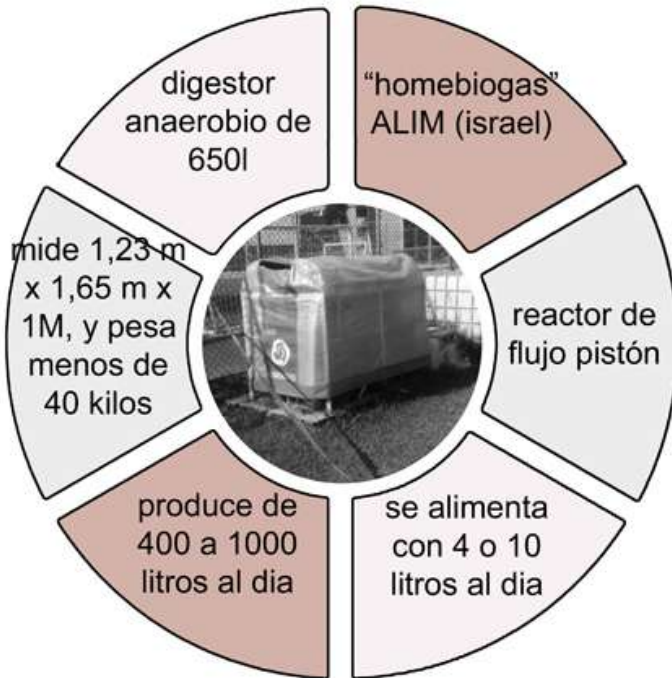
**3. ¿en que se emplea el biogás obtenido?**

*Alimenta el calentador de agua, hornilla para cocción de alimentos, Luces y radiadores a biogás.*

**4. ¿para implementar un biodigestor en una obra, cual creería que deben de ser sus requerimientos mínimos?**

*Este para poder ser implementado en una obra poniendo como mínimo 40 personas trabajando diario, se debería de contar con un biodigestor de 2,500 litros, o sea 15 mt<sup>3</sup>, el cual por seguridad y fácil manejo podría instalarse en un container de 20mt<sup>3</sup>*

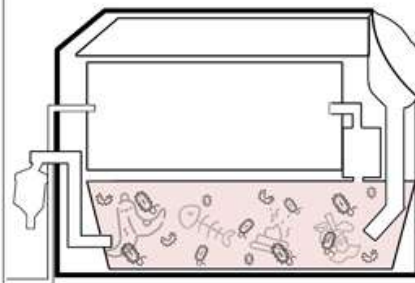
## BIODIGESTORES UPB (CASA HABITAT)



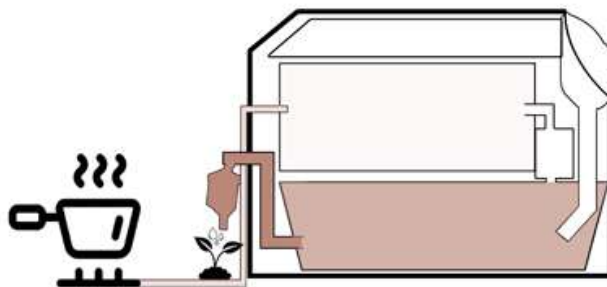
Sistema de reciclaje de residuos orgánicos casero, para producir gas y fertilizante liquido, permite transformar 6 litros por día de desechos orgánicos y 15 litros por día de estiércol animal, para producir gas para la cocina y fertilizante liquido. Con un solo kilo de desechos de diario se puede conseguir doscientos litros de gas, con lo que se cocinaria durante más de una hora (TECNONEO).



**2** al introducirse, es descompuesto por las bacterias anaerobias



**4** producción de biogás y fertilizante



**3** el biogas flota en la bolsa de aire donde es almacenado

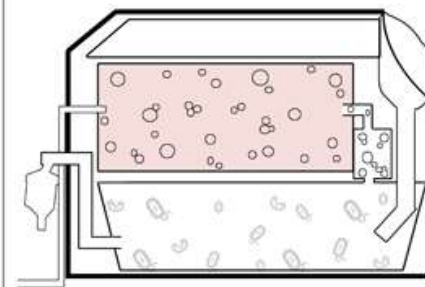


Figura 25, Biogestor UPB (Casa Habitat)



**BIODIGESTORES UPB (LABORATORIO DE DIG. ANAROBIA)**

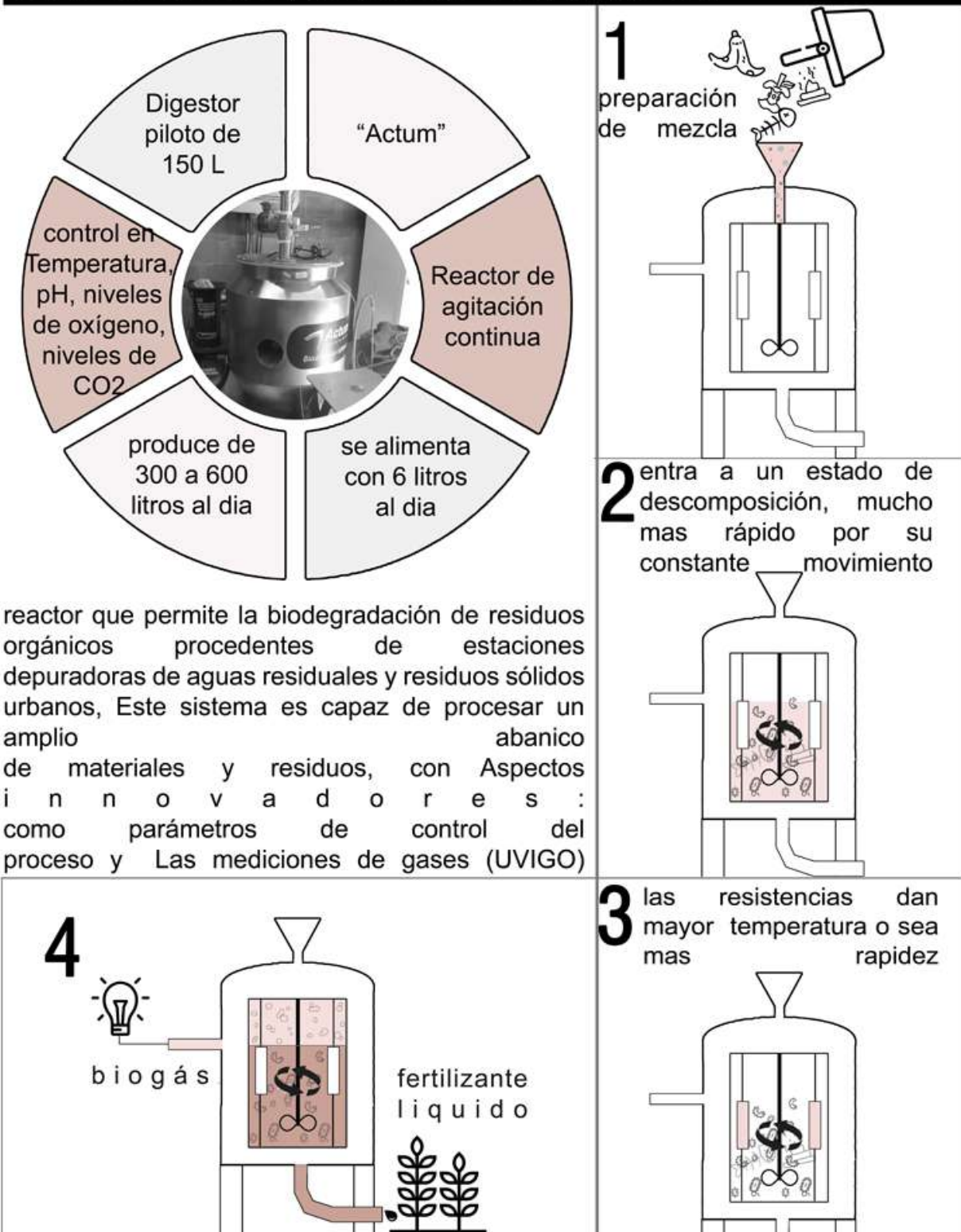


Figura 26, Biogestor UPB (Laboratorio de Dig. Anaerobia)

## 4.4 ACTIVIDAD 4: CASOS DE ESTUDIO VEREDA PANTANILLO Y EL POBLADO

Para finalizar este segundo objetivo de la investigación, se continúa presentando la información obtenida sobre los dos casos de estudio por medio gráficos en donde se explica cuanto es el consumo de agua, luz y gas por la obra, cuantos trabajadores laboran en ella y cuáles son sus horarios y la cantidad de residuos orgánicos que generan. Y por último se propone que viviendas a su alrededor podrían ser las futuras fuentes principales de la materia prima (residuos orgánicos) para generar el biogás.

## CASO DE ESTUDIO 1: SAINT MICHEL



La obra queda ubicada cerca a la transversal inferior, entre las Lomas de Los Balsos, El Campestre, y al Museo El Castillo, en la ciudad de Medellín, una zona urbana con un área total de 23668,19 m<sup>2</sup>.

Es un proyecto de vivienda Conformado por 3 torres de 21 pisos, con 4 aptos por piso independientes, dando como resultado un total de 252 apartamentos a nombre del arquitecto Rubén Darío Gaviria.

CI 11 sur cr 29D-229 - Inversiones inmobiliarias San Michel			
	consumo	días	total
Alcantarillado	26 m3	31	\$495,618.64
Acueducto	26m3	31	\$599.002,89
Energía	830kwh	31	\$788.637.21
Otros gastos			\$78.407,95
<b>Total</b>			<b>\$1.961,664</b>

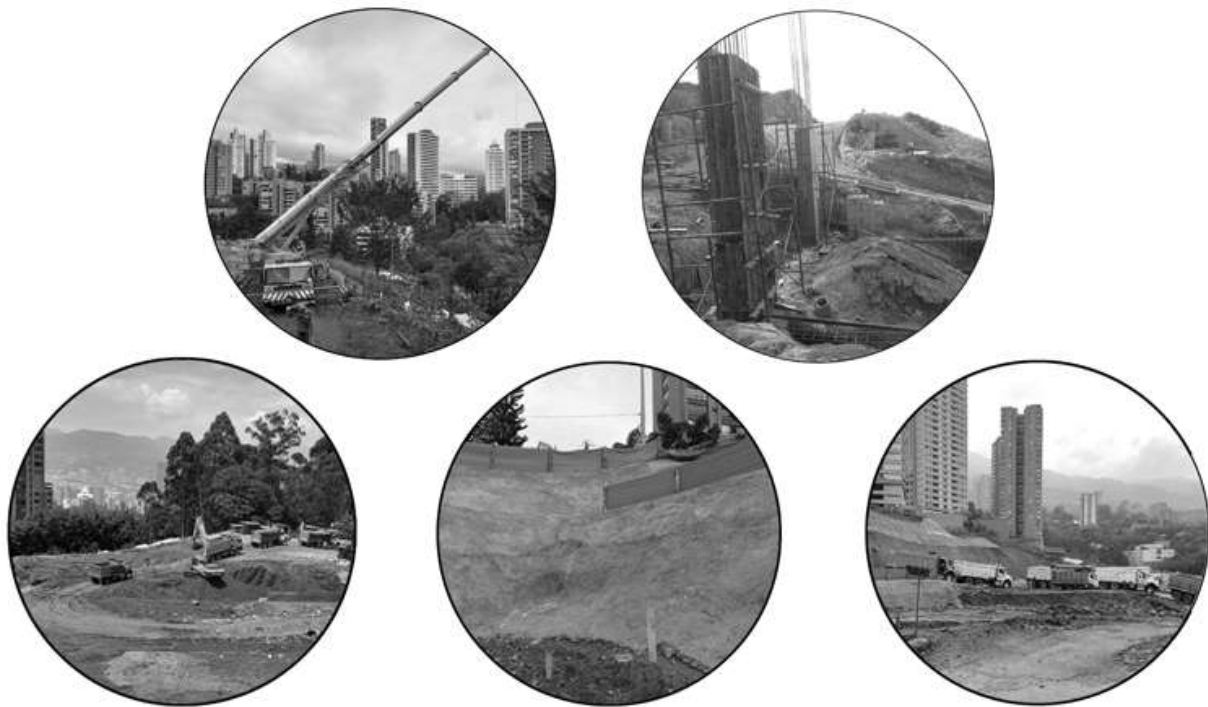


Figura 27, Casa de estudio 1, Saint Michel

**CASO DE ESTUDIO 1: SAINT MICHEL**

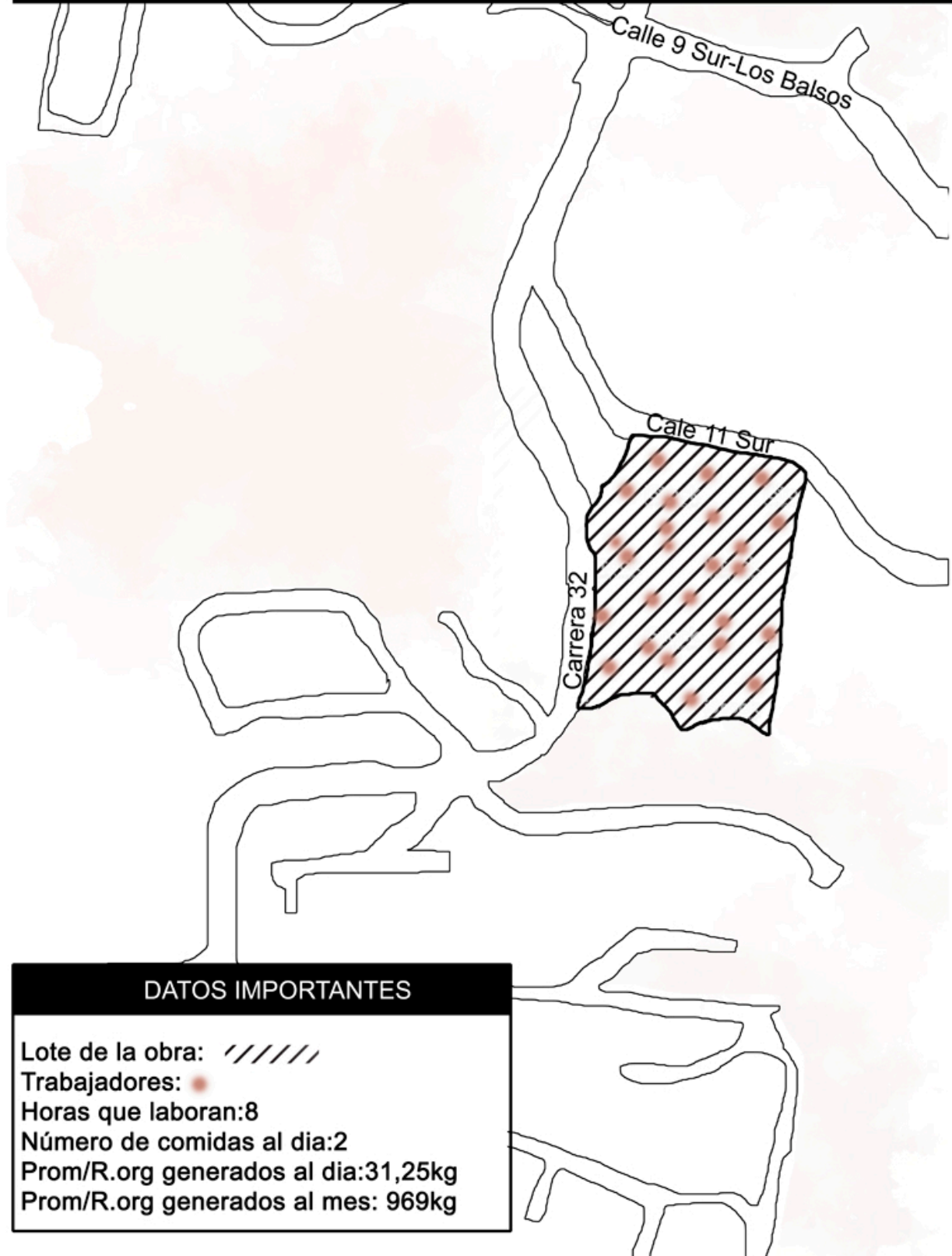


Figura 28, Caso de estudio 1, Saint Michel, Generalidades



## CASO DE ESTUDIO 1: SAINT MICHEL

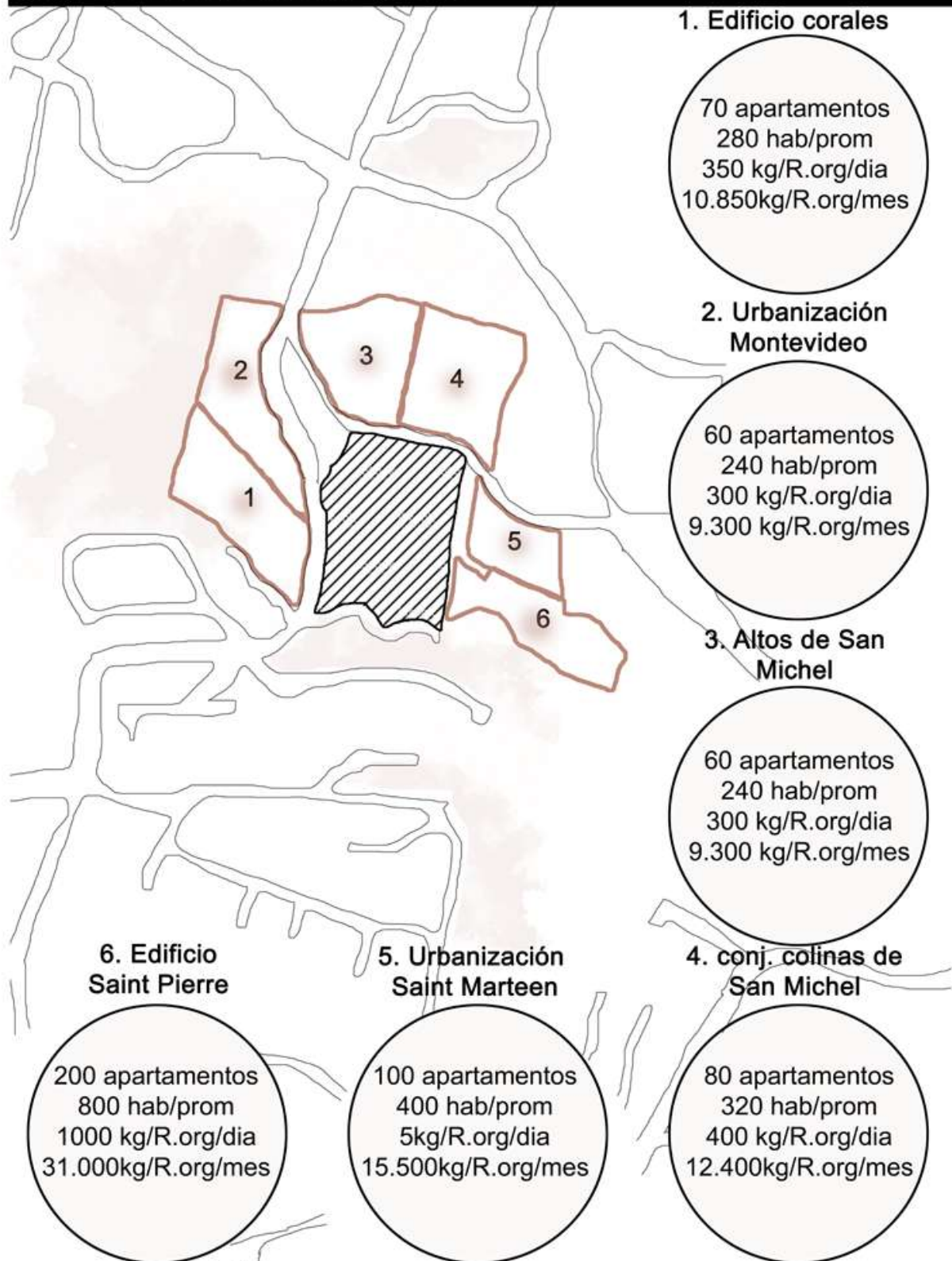


Figura 29, Caso de estudio 1, Saint Michel, proveedores residuos orgánicos.

## CASO DE ESTUDIO 2: VIVIENDA UNIFAMILIAR RURAL



La obra queda ubicada en la vereda pantanillo, en el sector de envigado, una zona rural.

es una construcción independiente de una vivienda familiar + una construcción autónoma en un contenedor, que cuenta con 3.500 mts<sup>2</sup>, a nombre del arquitecto Rubén Darío Gaviria.

La obra esta ubicada en una zona donde EPM no tiene cobertura, por lo que se ha obtado por otro tipo de abastecimientos

6°09'37.9"N75°30'07.7"W - La explanada, Envigado

	consumo	dias	total
Agua	62m <sup>3</sup>	31	\$0 (Proviene de fuente natural)
Energia	40 a 72 kwv	31	\$2,500.000/ alquiler de planta mensual
otros gastos	15.8 g/diesel	31	\$129,209
<b>Total</b>			<b>\$2,629.209</b>

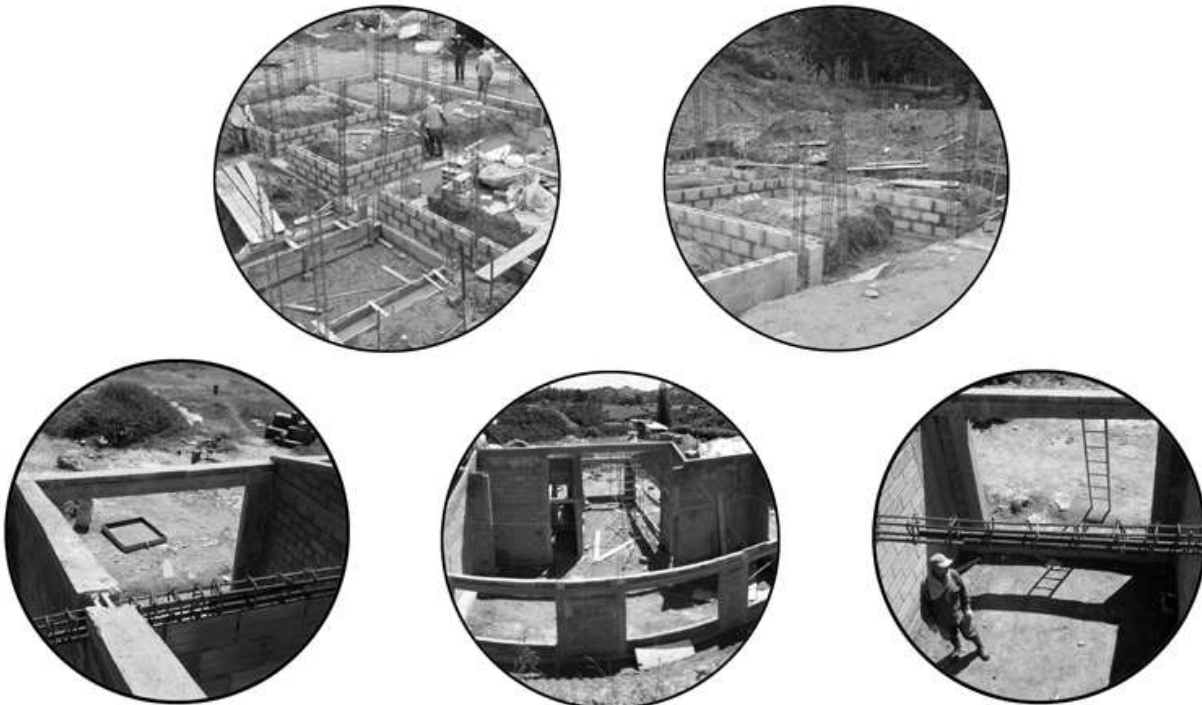


Figura 30, Caso de estudio 2, vivienda unifamiliar rural

## CASO DE ESTUDIO 2: VIVIENDA UNIFAMILIAR RURAL

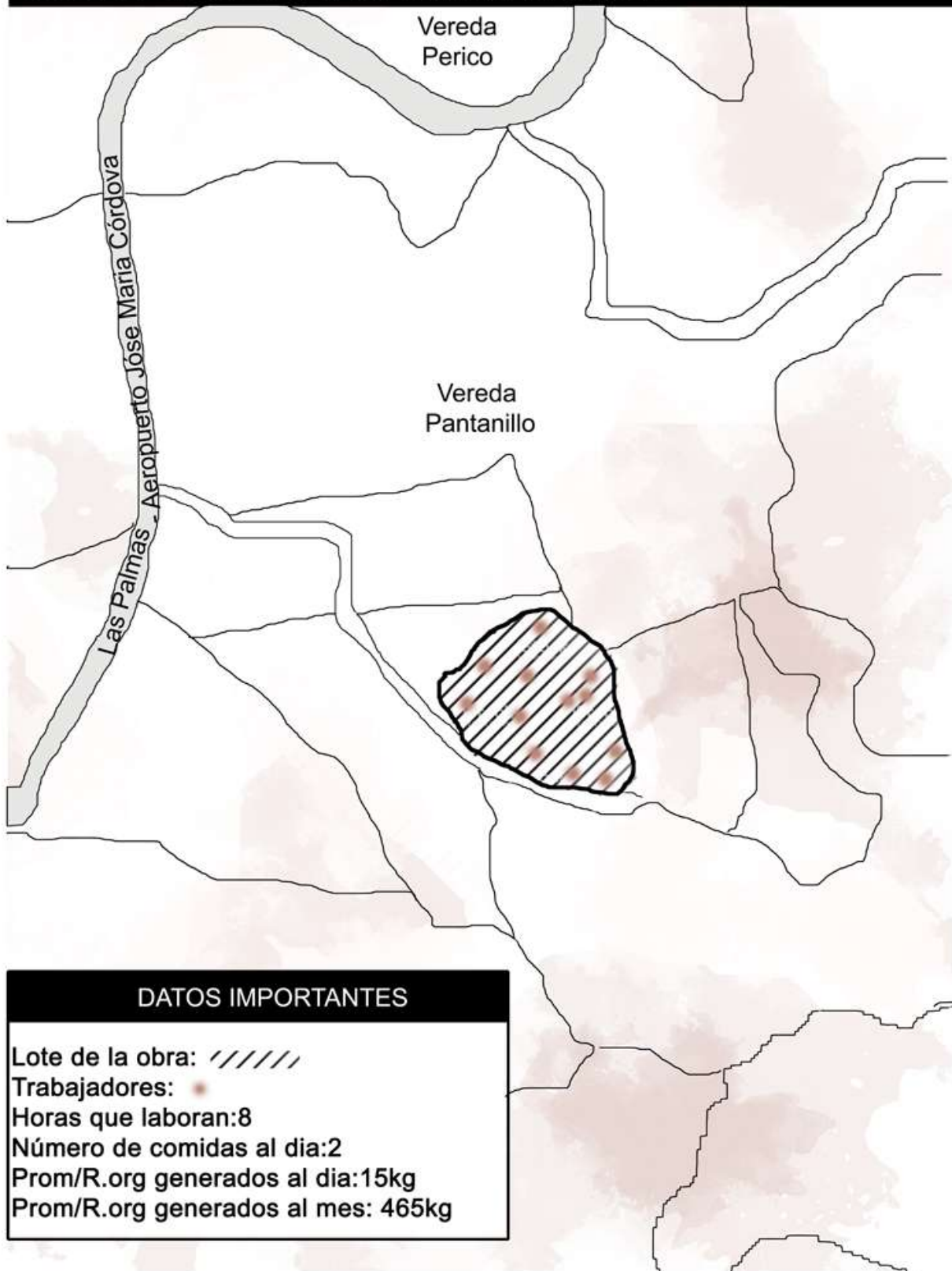


Figura 31, Caso de estudio 2, vivienda unifamiliar rural, Generalidades



**CASO DE ESTUDIO 2: VIVIENDA UNIFAMILIAR RURAL**




Figura 32, Caso de estudio 2, vivienda unifamiliar rural, proveedores de residuos orgánicos



## 4.5 ACTIVIDAD 5: RELACIÓN DEL BIOGÁS CON MAQUINARIA EN OBRA


Para cumplir con la primera parte del tercer objetivo, primero se realizó una ficha técnica de cada equipo que labora en la obra, desde sus especificaciones generales hasta la calculación de la cantidad de galones o energía que necesita, la cantidad de m<sup>3</sup> de biogás para funcionar y por ende la cantidad de residuos orgánicos que se necesitarían transformar para que funcione.

## TIPO DE MAQUINARIA EN OBRA

Minicargador	
Una cargadora compacta o minicargador es un rígido marco, la máquina pequeña, con motor con brazos de elevación utilizados para fijar una amplia variedad de herramientas o accesorios de ahorro de mano de obra.	
Generalidades	
Marca	Bobcat/D24
peso	2939 kg
motor	Diésel
Potencia	45.5 kW
Capacidad de la bomba	64.70 L/min
Velocidad de desplazamiento máxima	11.8 km/h

<b>cantidad de galones de gasolina para funcionar/H</b>	
33,95hp(45,5*1,34)/6 cilindros/3,785l	1,5
<b>cantidad de m3 biogás para funcionar/h</b>	
1,5gal/diesel/h * 3 m3 gas	4,50
<b>cantidad de kg de residuos para funcionar/h</b>	
4,5m3 de biogas * 4kg de residuos	18,00


## TIPO DE MAQUINARIA EN OBRA

<b>Compresor</b>		
<p>es una máquina que suministra aire a elevada presión y con ello proporciona potencia a herramientas neumáticas y perforadoras. El aire comprimido que se obtiene se transporta por mangueras</p>		
<b>Generalidades</b>		
Marca	john deere	
Peso	968 kg	
Rango de presión operacional PSIG	80-125	
motor	Diesel	
Potencia	7.1 hp	
Capacidad (CFM a PSIG)	185 a 100	

<b>cantidad de galones de gasolina para funcionar/H</b>	
7,1hp/6 cilindros/3,785l	0,31
<b>cantidad de m3 biogás para funcionar/h</b>	
0,31gal/diesel/h * 3 m3 gas	0,93
<b>cantidad de kg de residuos para funcionar/h</b>	
0,93m3 de biogas * 4kg de residuos	3,72


Figura 34, Ficha técnica compresor

## TIPO DE MAQUINARIA EN OBRA

<b>Pluma</b>		
<p>Las grúas móviles son aquellas que poseen capacidad de movimiento autónomo. Se la emplea para elevar y transportar elementos de la construcción desde el suelo hasta los diferentes niveles de un edificio</p>		
<b>Generalidades</b>		
Marca	Grisco	
Peso	100Kg	
motor	eléctico combustible	
Potencia	5 hp, 1800 rpm 6,0 hp, 1800 rpm	
Capacidad de carga	300kg	
Velocidad	60mts/min	

<b>cantidad de m3 biogás para funcionar/h</b>	
5,5hp* 1,34kw/hp / 3.1kw/m3 de biogás	2,38
<b>cantidad de kg de residuos para funcionar/h</b>	
2,38m3 de biogas * 4kg de residuos	9,51


## TIPO DE MAQUINARIA EN OBRA

Torre grúa	
Es un aparato de elevación de funcionamiento discontinuo, destinado a elevar y distribuir las cargas mediante un gancho suspendido de un cable, desplazándose por un carro a lo largo de una pluma.	
Generalidades	
Marca	Saez S-46
Peso	20440 kg
motor	eléctrico
Potencia	11kw a 18.5kw
carga maxima	2500 kg a 4000 kg
velocidad	20m/min

<b>cantidad de m3 biogás para funcionar/h</b>	
15kw/3.1kw/m3 de biogás	4,84
<b>cantidad de kg de residuos para funcionar/h</b>	
4,84m3 de biogas * 4kg de residuos	19,35

Figura 36, Ficha técnica torre grúa


## TIPO DE MAQUINARIA EN OBRA

<b>Taladro percutor</b>		
<p>es una herramienta que se utiliza para perforar diversos materiales, Los agujeros se hacen por un proceso de arranque de material mediante unas herramientas llamadas broca o mechas perforadoras.</p>		
<b>Generalidades</b>		
Marca	Dr walt 1/2 dwd024-b3	
Peso	3.6 lbs	
motor	eléctrico	
Potencia	650W	
Capacidad (depende del material)	1"-3/8"-5/8"	
velocidad	0-2,800 rpm	

<b>cantidad de m3 biogás para funcionar/h</b>	
0,65kw/3.1kw/m3 de biogás	0,21
<b>cantidad de kg de residuos para funcionar/h</b>	
0,21m3 de biogas * 4kg de residuos	0,84

Figura 37, Ficha técnica taladro percutor.


## TIPO DE MAQUINARIA EN OBRA

<b>Concretadora</b>		
es una máquina empleada para la elaboración del concreto. Su principal función es la de suplantar el amasado manual de los diferentes elementos que componen el hormigón: cemento, áridos y agua.		
Generalidades		
Marca	Fecon 6FT	
Peso	90 kg	
motor	eléctrico	
	Diesel	
Potencia	5 hp, 1600 RMP	
Capacidad	0,34 m3	
velocidad	33 rpm	

<b>cantidad de m3 biogás para funcionar/h</b>	
5hp* 1,34kw/hp / 3.1kw/m3 de biogás	2,16
<b>cantidad de kg de residuos para funcionar/h</b>	
2,16m3 de biogas * 4kg de residuos	8,65

Figura 38, Ficha técnica concretadora.

## TIPO DE MAQUINARIA EN OBRA


<b>Retroexcavadora</b>		
<p>es una máquina de construcción utilizada para realizar trabajos de excavación, que dispone de una pala adicional en la parte frontal, además de una cuchara para excavar en el extremo de un brazo articulado .</p>		
<b>Generalidades</b>		
Marca	Caterpillar	
Peso	6792 Kg	
motor	Diesel	
Potencia	78 hp	
Capacidad	1290 Kg	
velocidad	39.9 Km/h	

<b>cantidad de galones de gasolina para funcionar/H</b>	
78hp/8 cilindros/3,785l	2,57
<b>cantidad de m3 biogás para funcionar/h</b>	
2,57gal/diesel/h * 3 m3 gas	7,71
<b>cantidad de kg de residuos para funcionar/h</b>	
7,71m3 de biogas * 4kg de residuos	30,84

Figura 39, Ficha técnica retroexcavadora




## TIPO DE MAQUINARIA EN OBRA

Cortadora	
La cortadora de ladrillo es un equipo menor usado en el proceso de corte de piezas en ladrillo durante el proceso constructivo de mampostería y acabados.	
Generalidades	
Marca	Astromack
Peso motor	103.5 Kg
Potencia	Diesel
Capacidad de disco	7 hp
Volumen de operación	18" de Ø
gal/diesel/h	1.05 m <sup>3</sup>
	0,52


<b>cantidad de galones de gasolina para funcionar/H</b>	
2/3,785	0,53
<b>cantidad de m3 biogás para funcionar/h</b>	
0,53gal/diesel/h * 3 m3 gas	1,56
<b>cantidad de kg de residuos para funcionar/h</b>	
1,56m3 de biogas * 4kg de residuos	6,24

## TIPO DE MAQUINARIA EN OBRA

Canguro	
Un canguro de percusión es una máquina de compactar material manejada por un operador a pie y cuya parte activa es una placa afectada por un movimiento vertical debido a la presión de una explosión interna.	
<b>Generalidades</b>	
Marca	Ingersoll Rand
Peso	71 Kg
motor	Gasolina
Potencia	3.4 / 4.6 hp
Capacidad tanque	2,8 Lt
Velocidad	12 – 14 m / min

<b>cantidad de galones de gasolina para funcionar/H</b>	
4hp/1 cilindros/3,785l	1,05
<b>cantidad de m3 biogás para funcionar/h</b>	
1,05gal/diesel/h * 3 m3 gas	3,15
<b>cantidad de kg de residuos para funcionar/h</b>	
3,15m3 de biogas * 4kg de residuos	12,60

## TIPO DE MAQUINARIA EN OBRA

<b>Caseta</b>	
La Caseta de Obra es un elemento prefabricado o construido en obra que se utiliza para las necesidades de oficina, vestuario, aseo y/o comedor, y suelen ubicarse dentro del perímetro vallado de la obra.	
<b>Generalidades</b>	
estufa a gas	2,5kw
bombillas led	0,015kw
nevera	0,4kw
microondas	1kw

<b>cantidad de m3 biogás para funcionar/h</b>	
3,91kw/3.1kw/m3 de biogás	1,03
<b>cantidad de kg de residuos para funcionar/h</b>	
2,16m3 de biogás * 4kg de residuos	4,12

## 4.6 ACTIVIDAD 6: UBICACIÓN DE MAQUINARIA EN OBRA

Para finalizar con el tercer objetivo, se realizaron por medio de dos esquemas como es la distribución de la maquinaria, respecto a la caseta provisional y la construcción en los dos casos de estudio, mostrando cuales están fijos y cuales son móviles, y también se explicó cuánto cuesta el alquiler de los equipos, cuantas horas laboran y cuanta gasolina o energía necesitan al día

## UBICACIÓN MAQUINARIA - SAINT MICHEL

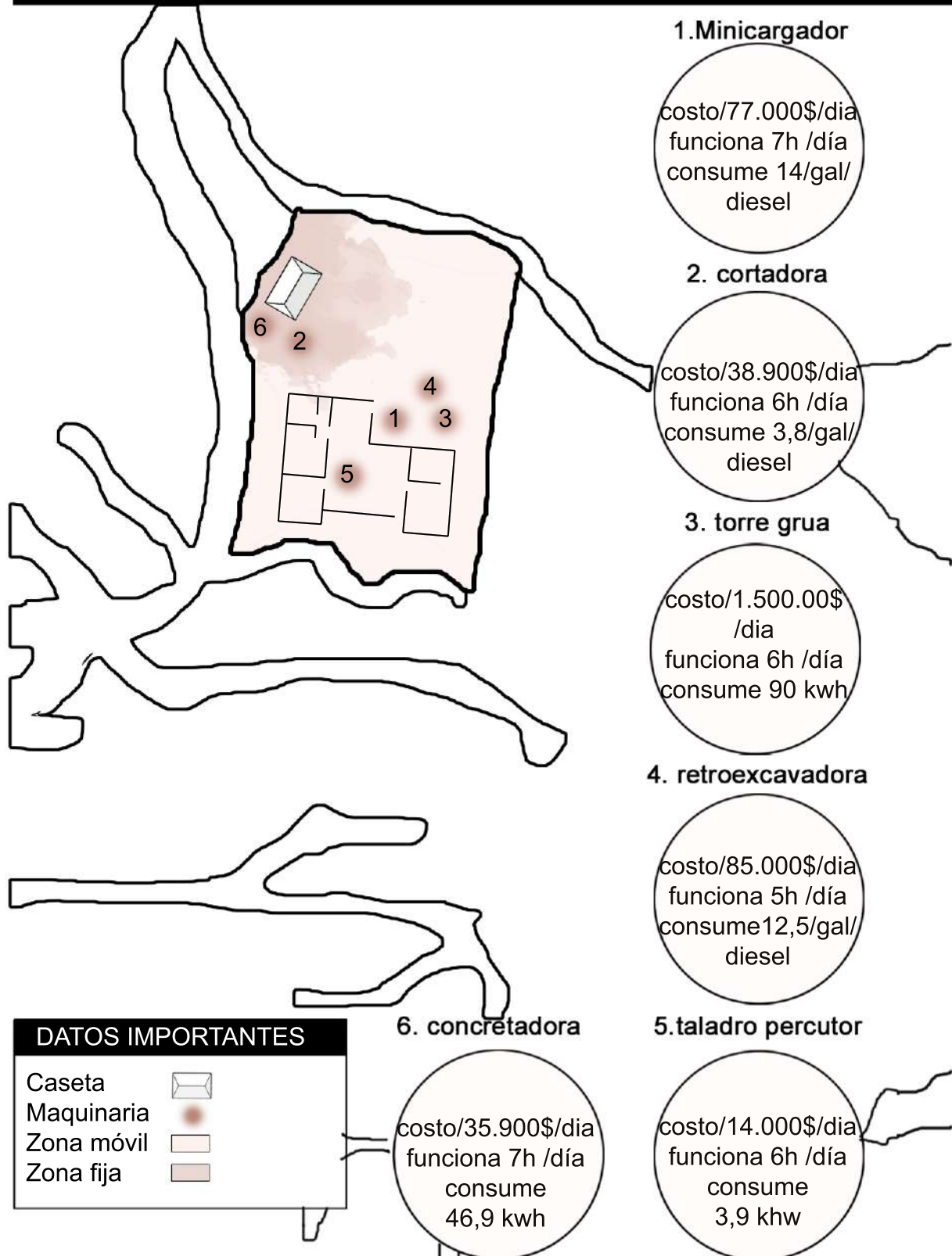


Figura 43, Caso de estudio 1, Saint Michel, maquinaria

## UBICACIÓN MAQUINARIA - VIVIENDA UNIFAMILIAR RURAL



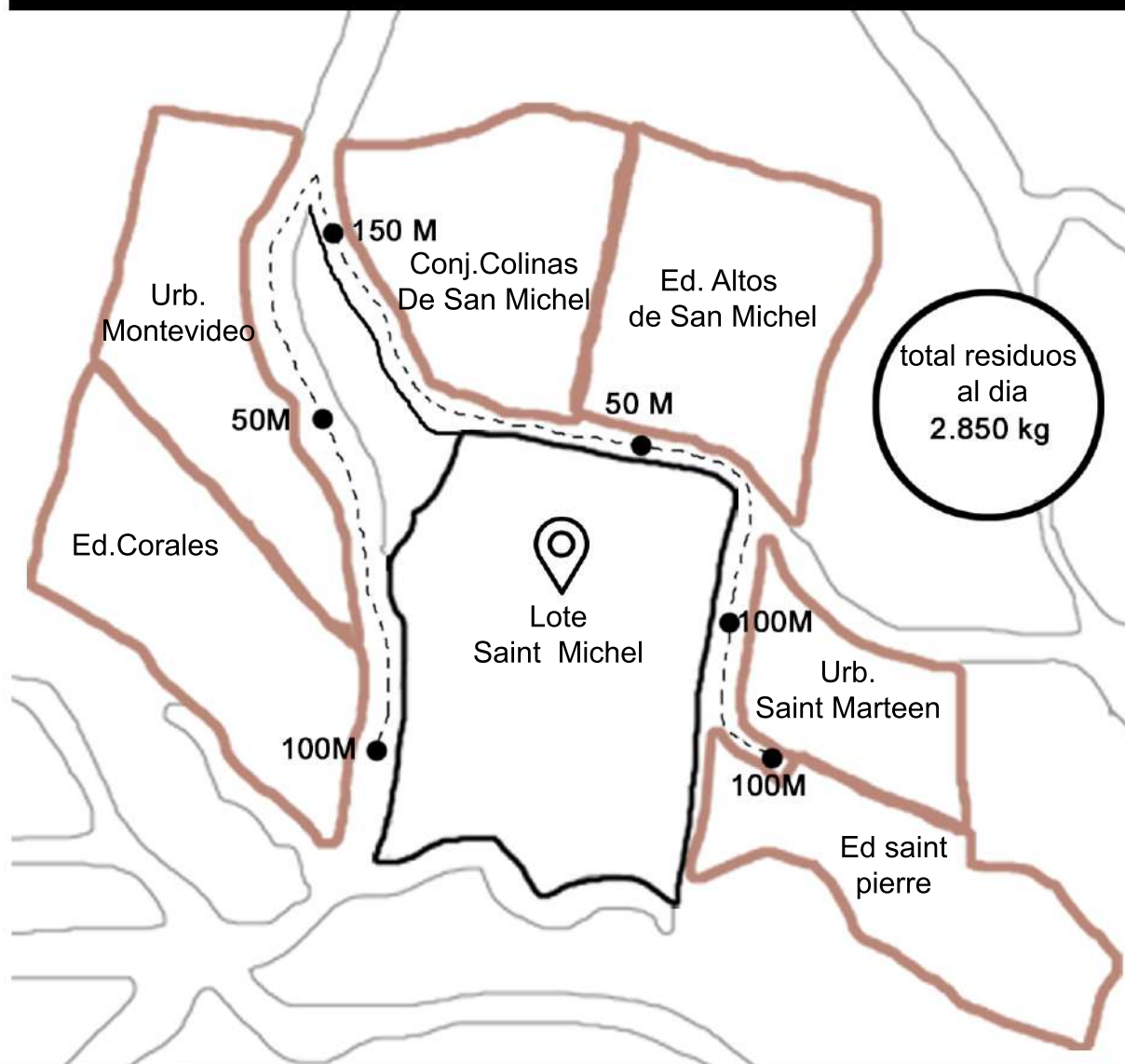
Figura 44, caso de estudio 2, vivienda unifamiliar rural, maquinaria

## 4.7 ACTIVIDAD 7: DISEÑO PRELIMINAR DE MODELO DE GESTIÓN BARRIAL

Para concluir con los objetivos planteados de la investigación, primero se realizaron dos gráficos explicando en cada caso de estudio como sería el proceso de recolección de residuos y la cantidad promedio en las residencias aledañas, y después se hizo un esquema en general explicando como funcionaría el modelo de gestión barrial.



## PROCESO DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SAINT MICHEL



Equipo	Actividad al día	M3 biogás para funcionar/día	Kg de residuos para funcionar/día
Minicargador	7	31,50	126,00
torre grúa	7	33,87	135,48
retroexcavadora	6	46,26	185,04
taladro percutor	5	1,05	4,19
concretadora	6	12,97	51,87
cortadora	7	10,92	43,68
caseta	8	8,23	32,93
<b>TOTAL</b>		<b>144,80</b>	<b>579,20</b>

Figura 45, Caso de estudio 1, Sait Michel, proceso de recolección de residuos



**PROCESO DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS - VIVIENDA RURAL**



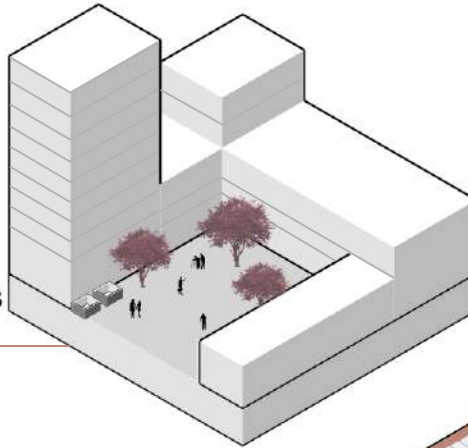
Equipo	Actividad al día	M3 biogás para funcionar/día	Kg de residuos para funcionar/día
cortadora	6	9,36	37,44
taladro percutor	5	1,05	4,19
canguro	6	18,90	75,60
concretadora	7	15,13	60,52
pluma	5	11,89	47,55
caseta	8	8,23	32,93
<b>TOTAL</b>		<b>43,31</b>	<b>173,24</b>

Figura 46, Caso de estudio 2, vivienda unifamiliar rural, proceso de recolección de residuos

## MODELO DE GESTIÓN BARRIAL

### 1. Recolección de residuos orgánicos

La vivienda será el principal proveedor de materia prima para la producción de la energía sostenible, pues tendrán el aporte de los residuos orgánicos generados por todos los habitantes



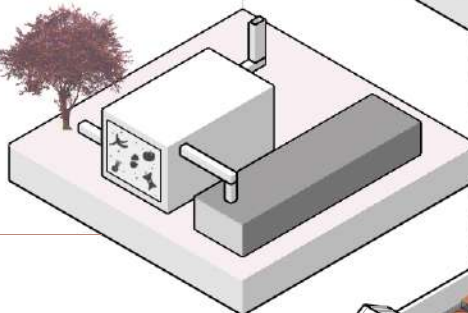
### 2. transporte

cada obra de construcción deberá tener a su disposición un vehículo que haga el recorrido por las viviendas aledañas y recoja los residuos.



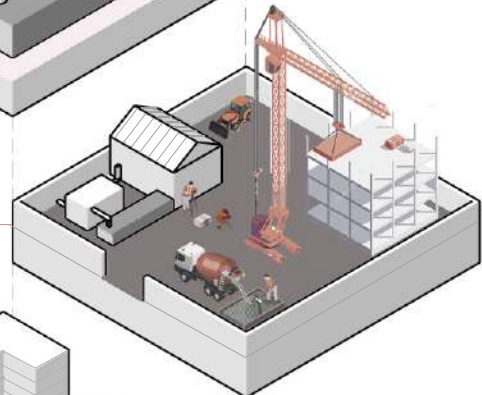
### 3. Biodigestión

Después de tener la materia prima, esta debe entrar a un proceso en el biodigestor que cada obra disponga según la cantidad de biogás que necesita.



### 4. Biodigestor en obra

Para que el biodigestor tenga una producción óptima, debe ser ubicado en un lugar fijo, donde tenga la facilidad de alimentar el máximo de equipos.



### 5. Biodigestor a futuro

Para que la construcción sostenible se vuelva una labor de todos, cada obra finalizada podrá elegir continuar con este proceso y poder utilizar el biogás como fuente alterna.

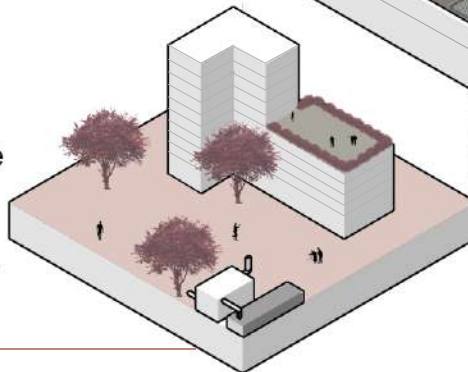


Figura 47, modelo de gestión urbano

## 5 CONCLUSIÓN

Respecto a la “residuos sólidos y orgánicos en Medellín y envigado” el presente trabajo explicó a grande, mediana y pequeña escala,(América latina, Colombia y Antioquia) por medio de cifras, gráficos y diagramas la grave problemática ambiental por la que no sólo Colombia, sino toda América Latina atraviesa y como a medida de que la población mundial va creciendo, la generación de residuos sólidos y la ignorancia aumenta Paralelamente y puesto que esta emergencia debería de ser una razón de cambio, de pensar que estamos haciendo con el medio ambiente y como vamos a ayudar para que esta situación mejore, pero parece que es todo lo contrario pues cada día se siguen haciendo más y más rellenos sanitarios cada vez que otro finaliza su ciclo de vida útil, los residuos se siguen quemando, llevando a Escombreras, a vertederos, arrojando a ríos, lo cual ahora puede que no lo veamos pero en unos años vamos a observar el daño tan grande que causamos y que cuando se puso hacer algo no se hizo

En segunda instancia se logró evidenciar, como grandes equipamientos educativos como lo es la universidad pontificia bolivariana trabaja por la iniciativa de tener un mundo mejor, un mundo sano y sostenible, y lo hace desde aportes como el buen tratamiento a los residuos sólidos, el uso de residuos orgánicos para el compost, la gestión de compras a proveedores sostenibles y la reducción de la huella ecológica por parte del campus al ser certificado como “carbono neutro”. Por otro lado se demostró que la universidad le apuesta a las nuevas energías, energías renovables como el “biogás”, puesto que tiene dos tipos de biodigestores que como se explicó en la investigación realizan un proceso de biodigestión anaerobia a partir de los residuos orgánicos generados por los estudiantes, docentes y las cafeterías, lo cual produce biogás para utilizarlo en un proyectos de investigación como “la casa hábitat” y compost el cual lo emplean como fertilizante en los jardines de la universidad. Así pues, que este proceso solo se trata únicamente de tener una buena iniciativa y disposición hacia el cambio, y de querer arriesgarse hacia nuevas tecnologías y energías diferentes a las que venimos acostumbrados. Para finalizar este objetivo la investigación indicó los dos tipos de caso de estudio que se trabajaron a lo largo del trabajo, los cuales fueron dos obras de construcción, una de un edificio multifamiliar ubicado en el barrio poblado de Medellín y el otro una vivienda unifamiliar ubicada en la vereda pantanillo de envigado, dos construcciones opuestas, una urbana otra rural, pero las cuales generan la misma problemática, la contaminación producida por el uso de maquinarias tan pesadas que funcionan a partir de energía eléctrica y gasolina, un consumo inimaginable de nuestros recursos naturales. Pues bueno en este objetivo evidenciamos, cuanto gasta cada obra y cuanto es el consumo normalmente de recurso como agua, luz y gas lo que son fueron cifras muy considerables. También se mostró cuantos trabajadores laboran, cuantas

En relación con la función técnica de la maquinaria en obra, se realizó una ficha técnica de cada equipo en obra, con sus generalidades y realizando un promedio de la cantidad de gasolina que utilizan normalmente, la cantidad de biogás con la que esta podría ser reemplazado, y la cantidad de residuos orgánicos necesarios para generar esa porción de biogás. Estos datos más una localización mostrando como se ubicaría cada equipo en la obra nos arrojaron que equipos podrían ser adecuados a este tipo de energía según su cantidad de consumo y su ubicación, si es móvil o fijo, y en ese caso, que tan lejos estará de la caseta provisional donde se ubicará la planta y la cual también sería alimentada por esta.

Para darle fin a la investigación y después de tener claro cuáles fueron los equipos más propios para adecuarlos a esta energía sostenible, se procedió localizar las residencias exactas que proveerán la materia prima (residuos orgánicos) cuáles serán los aportes de cada una, la distancia a la que se encuentran de la obra y como sería el recorrido de recolección hacia cada una de las obras.

Estos gráficos dan paso al esquema final, al modelo de gestión barrial que se define en 5 pasos: recolección de residuos orgánicos, transporte, biodigestión, biodigestor en obra y biodigestor a futuro. Un esquema que podrá ser adecuado a cualquier tipo de obra que quiera tener esta iniciativa por generar un cambio hacia la sociedad y con un fin sostenible

## 6 BIBLIOGRAFIA

- Abreu, Y. L. (2005). *Redalyc*. Obtenido de La digestión anaerobia. Aspectos teóricos. Parte I.
- Acodal. (2015). *acodal.org*. Obtenido de <http://www.acodal.org.co/alerta-ambiental-por-el-manejo-de-basuras-en-el-relleno-sanitario-de-yotoco/>
- Arrieta-Palacios, W. (2016). *pirhua*. Obtenido de DISEÑO DE UN BIODIGESTOR DOMÉSTICO PARA EL APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL ESTIÉRCOL DE GANADO.
- benjumea, p. (8 de marzo de 2015). incendio en relleno sanitario de Santa Marta. *el tiempo*, pág. 20.
- Benjumea, P. (8 de marzo de 2015). incendio en relleno sanitario de Santa Marta. *El tiempo*.
- cuetos, h. (2008). *core*. Obtenido de DIGESTIÓN ANAEROBIA DE SUBPRODUCTOS DE LA: <https://core.ac.uk/download/pdf/41763876.pdf>
- domiciliarios, S. d. (2015). *superservicios*. Obtenido de <https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/SSPD%20Publicaciones/Publicaciones/2018/Oct/informedisposicionfinalano2015-sspd1.pdf>
- Emvarias. (s.f.). *Emvarias*. Obtenido de <https://www.emvarias.com.co/corporativo/home/institucional/quienes-somos>
- Emvarias. (s.f.). *Gestión Puntos Naranja*. Obtenido de <https://www.emvarias.com.co/corporativo/home/sostenibilidad/gestion-social>
- Enviaseo. (2018). *Informe de sostenibilidad*. Obtenido de <http://www.enviaseo.info/repositorio/index.php/s/sSG6dKqmKrXrBMH?>
- Enviaseo. (s.f.). *Enviaseo*. Obtenido de <https://enviaseo.gov.co/index.php/corporativo-m/quienes-somos>

- espectador, E. (2018). *El espectador*. Obtenido de <https://www.elespectador.com/noticias/bogota/residuos-de-dona-juana-se-podrian-convertir-en-biogas-para-el-transporte-publico-de-bogota-articulo-806401>
- gestor normativo. (2008). *función pública*. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=36256>
- Habitát, F. (2005). *Biodigestores Una alternativa a la autosuficiencia energética y de biofertilizantes*. Obtenido de Academia: [https://www.academia.edu/8184562/Biodigestores\\_Una\\_alternativa\\_a\\_la\\_autosuficiencia\\_energ%C3%A9tica\\_y\\_de\\_biofertilizantes](https://www.academia.edu/8184562/Biodigestores_Una_alternativa_a_la_autosuficiencia_energ%C3%A9tica_y_de_biofertilizantes)
- Khanal, S. (2008). *Bioresource Technology*. Obtenido de [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/58988852/SEM-1-Vasco-Correa\\_et\\_al.\\_201820190422-47800-19jzmei.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DAnaerobic\\_digestion\\_for\\_bioenergy\\_production.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Cred](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/58988852/SEM-1-Vasco-Correa_et_al._201820190422-47800-19jzmei.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DAnaerobic_digestion_for_bioenergy_production.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Cred)
- Lalinde, L. F. (s.f.). *UPB*. Obtenido de Lectura de Arquitectura: Proyecto "Casa Yarumo - Hábitat Sostenible": <https://www.upb.edu.co/es/eventos/lectura-de-arquitectura-casa-yarumo-habitat-sostenible-2018-monteria>
- ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. (3 de octubre de 2003). *minvivienda*. Obtenido de <http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesAgua/1045%20-%202003.pdf>
- Periodico El Colombiano. (2018). *El Colombiano*. Obtenido de <https://www.elcolombiano.com/antioquia/basuras-en-medellin-cuanto-nos-cuestan-DE9071522>
- Periodico El Tiempo. (2019). *El tiempo*. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/colombia/medellin/en-2022-el-relleno-sanitario-la-pradera-alcanzaria-su-maxima-capacidad-336876>
- PGIRS. (2016). *ACTUALIZACION DEL PLAN DE GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS* -. Obtenido de [envigado.gov.co/secretaria-ambiente/Documents/PGIRS\\_2016\\_2017.pdf](http://envigado.gov.co/secretaria-ambiente/Documents/PGIRS_2016_2017.pdf)
- Real Academia Española. (2013). *Rae*. Obtenido de <https://dej.rae.es/lema/residuo-org%C3%A1nico-biodegradable>
- RedBioLac. (2011). *Red de Biodigestores Para Latino América y el Caribe*. Obtenido de <http://redbiolac.org/biodigestores/>

Semana. (2020). *Semana*. Obtenido de <https://www.semana.com/nacion/articulo/relleno-dona-juana-uaesp-responsabilizo-del-deslizamiento-al-operador/667066>

Sneider, R. (2016). *IMPACTOS AMBIENTALES PRODUCIDOS POR EL USO DE MAQUINARIA EN*. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/12566/4/IMPACTOS%20AMBIENTALES%20PRODUCIDOS%20POR%20EL%20USO%20DE%20MAQUINARIA%20EN%20EL%20SECTOR%20DE%20LA%20CONSTRUCCI%C3%93N.pdf>

sostenible, R. s. (2018). *sostenibilidad.semana*. Obtenido de <https://sostenibilidad.semana.com/impacto/articulo/manejo-de-residuos-en-colombia-es-una-bomba-a-punto-de-estallar/40963>

tecnova. (2016). *ruta n medellin*. Obtenido de [https://www.rutanmedellin.org/images/biblioteca/observatoriocti/02\\_ENERGIA/VT\\_WASTE-TO-ENERGY\\_TECNNOVA.pdf](https://www.rutanmedellin.org/images/biblioteca/observatoriocti/02_ENERGIA/VT_WASTE-TO-ENERGY_TECNNOVA.pdf)

UPB, A. d. (s.f.). *UPB*. Obtenido de <https://www.upb.edu.co/es/noticias/upb-lidera-aportes>