

**SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS
BIODEGRADABLES PARA EL ESTUDIO DE CASO DEL CONJUNTO
RESIDENCIAL RIO PANCE DE LA COMUNA 22 EN SANTIAGO DE CALI**

JAIME ANDRÉS LOZANO TREJOS



**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE ARTES INTEGRADAS
DISEÑO INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2015**

**SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS
BIODEGRADABLES PARA EL ESTUDIO DE CASO DEL CONJUNTO
RESIDENCIAL RIO PANCE DE LA COMUNA 22 EN SANTIAGO DE CALI**

JAIME ANDRÉS LOZANO TREJOS

Proyecto de Grado para la obtención de título a Diseñador Industrial

**Director:
MIGUEL URIBE BECERRA
Diseñador Industrial**



**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE ARTES INTEGRADAS
DISEÑO INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2015**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE ARTES INTEGRADAS
DEPARTAMENTO DE DISEÑO
PROGRAMA ACADÉMICO DISEÑO INDUSTRIAL**

ACTA DE APROBACIÓN DE PROYECTO DE GRADO

El Estudiante JAIME ANDRÉS LOZANO TREJOS identificado con Cédula de ciudadanía número 1116251635 de Tuluá (V) y código 200922002, presentó y aprobó su trabajo de grado titulado *"Sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos biodegradables para el estudio de caso del conjunto residencial Rio Pance de la comuna 22 en Santiago de Cali"*, el cual fue aprobado por el siguiente jurado evaluador:

Jurado Diseñador:	Javier Mauricio Reyes
Jurado Asesor:	María Nora Hurtado de Bastidas
Jurado Experto:	Adriana Patricia López Valencia

Para constancia de la anterior, se firma en la ciudad de Santiago de Cali, el 3 de septiembre de 2015, según del Comité del Programa.

ÁNGEL MIGUEL URIBE BECERRA

Director del Proyecto



PABLO ANDRÉS JARAMILLO ROMERO
Vo. Bo. Director del Programa Académico



ÁNGEL MIGUEL URIBE BECERRA
Vo. Bo. Jefe Departamento de Diseño

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por su esfuerzo y apoyo, a mi director de proyecto de grado por su asesoría, paciencia y también por creer en el proyecto, a la profesora Maria Nora Hurtado por su asesoría en la estructura y metodología de investigación del proyecto, a los habitantes del conjunto residencial Rio Pance por permitirme entrar a sus casas para realizar el trabajo de campo e investigación, a Maria Andrea y a su familia por su apoyo, afecto y compañía durante el proceso de proyecto, a mis amigos por estar siempre conmigo y animarme a seguir adelante y no rendirme en el camino y por ultimo al Sol por iluminar siempre mi camino y a la Luna por acompañarme siempre en las noches de trabajo.

CONTENIDO

RESUMEN

1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
2.1 Definición del problema.....	3
2.2 Justificación.....	4
3 OBJETIVOS.....	7
3.1 Objetivo General.....	7
3.2 Objetivos Específicos.....	7
4 MARCO TEÓRICO.....	8
4.1 Residuos Sólidos.....	8
4.1.2 Clasificación de los Residuos Sólidos.....	8
4.2 Gestión Integral de los Residuos Sólidos.....	12
4.2.1 Reducción en el origen.....	12
4.2.2 Aprovechamiento y valorización.....	12
4.2.3 Tratamiento y transformación.....	13
4.2.4 La disposición final controlada.....	13
4.3 Gestión de los Residuos Sólidos en Santiago de Cali.....	14
4.3.1 Actores de la Gestión de Residuos Sólidos.....	17
4.3.1.1 Administrativo.....	17
4.3.1.2 Operativo.....	18
4.4 Plan de Gestión Integral de los Residuos Sólidos.....	19

4.5 Plan de Gestión integral de Residuos Sólidos para el sector residencial Conjuntos Residenciales.....	21
4.6 Problemática ambiental por los Residuos Sólidos.....	26
4.7 Las 3R.....	31
4.7.1 Reciclaje.....	31
4.7.2 Reutilización.....	32
4.7.3 Reducción.....	32
4.8 Aprovechamiento de Residuos Orgánicos Biodegradables.....	33
4.8.1 Tratamiento Biológico.....	34
4.8.1.1 Compostaje.....	34
4.8.1.2 Biodigestión.....	40
4.8.1.3 Lumbricultura.....	41
4.8.2 Tratamiento Térmico.....	41
4.8.2.1 Incineración.....	41
4.8.2.2 Termólisis.....	43
4.8.2.3 Pirolysis.....	44
5 MARCO CONTEXTUAL.....	46
5.1 Comuna 22.....	46
6 CONTEXTO NORMATIVO.....	54
6.1 Legislación sobre la Gestión de Residuos Sólidos.....	54
6.2 Legislación sobre unidades de almacenamiento.....	55
6.3 Legislación sobre servicio de aseo.....	56
7 ESTADO DEL ARTE.....	57

7.1 Sistemas de aprovechamiento de Residuos Orgánicos Biodegradables en el Valle de Aburrá.....	57
7.1.1 Proyecto de aprovechamiento de Residuos Orgánicos Biodegradables en la zona urbana del Valle de Aburrá.....	60
8 ESTADO DE LA TÉCNICA.....	65
8.1 Parasite Farm.....	65
8.2 Nature Mill Composter Bin.....	68
8.3 Vermicompostero Can –O- Worms.....	71
8.4 EarthGreen SAC Sistema Autónomo de Compostaje.....	73
9 METODOLOGÍA.....	75
9.1 Fase de investigación.....	76
9.2 Fase de confrontación.....	77
9.3 Fase de observación.....	78
9.4 Trabajo de campo.....	78
9.5 Identificación de variables.....	85
9.6 Fase de formulación de objetivos de diseño.....	85
9.7 Fase de diseño.....	86
9.8 Fase de evaluación.....	87
10 EXPERIMENTACIÓN.....	88
10.1 Selección de tratamiento.....	88
10.1.1 Proceso de experimentación.....	90
10.2 Prueba de cuantificación.....	95
10.2.1 Residuos orgánicos biodegradables por vivienda.....	95

10.2.1.1	Objetivo.....	95
10.2.1.2	Método.....	95
10.2.2	Residuos orgánicos biodegradables para tratamiento.....	96
10.2.2.1	Objetivos.....	96
10.2.2.2	Método.....	96
10.3	Prueba de olores y vectores.....	97
10.3.1	Objetivo.....	97
10.3.2	Método.....	97
11	REQUERIMIENTOS Y DETERMINANTES.....	99
12	PROCESO DE DISEÑO.....	102
12.1	Desarrollo de la propuesta.....	102
12.2	Bocetación.....	105
12.3	Propuesta de diseño.....	108
12.4	Montaje.....	126
12.5	Partes y componentes.....	130
	VIABILIDAD DEL SISTEMA.....	135
	CONCLUSIONES.....	137
	ANEXOS.....	140
	BIBLIOGRAFIA.....	168

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Composición física de los residuos sólidos residenciales (%) por estrato socioeconómico y global.....	15
Tabla 2. Distribución de operadores de aseo.....	18
Tabla 3. Separación de Residuos Sólidos del PGIRS en Conjuntos Residenciales.....	25
Tabla 4. Barrios, urbanizaciones y sectores de la comuna 22.....	47
Tabla 5. Resultados del modelo de aplicación: 2010-2011.....	60
Tabla 6. Producción diaria de residuos orgánicos biodegradables del conjunto residencial Rio Pance.....	95

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Diagrama de la GIRS.....	14
Gráfica 2. Destino que se le da a los RS aprovechables en los CR.....	22
Gráfica 3. Realizan separación en la fuente.....	23
Gráfica 4. Responsabilidad de la separación de los RS en las viviendas.....	23
Gráfica 5. Nombre que se le destina comúnmente a los Residuos Sólidos.....	23
Gráfica 6. Etapas del Compostaje.....	35
Gráfica 7. Mapa de Cali por comunas.....	46
Gráfica 8. Distribución de los Lados de las Manzanas de la Comuna 22 por estratos.....	48
Gráfica 9. Tipo de vivienda en la comuna 22.....	49
Gráfica 10. Densidad de vivienda por comuna 2012.....	50
Gráfica 11. Fases del sistema.....	108

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Composteros usados en las urbanizaciones.....	63
Figura 2. Proceso de aprovechamiento de residuos orgánicos biodegradables en el conjunto residencial Prados del Duque.....	64
Figura 3. Parasite Farm.....	65
Figura 4. Diagrama del compostero Parasite Farm.....	67
Figura 5. Composter Bin.....	68
Figura 6. Componentes del Composter Bin.....	69
Figura 7. Compostero Can -O- Worms.....	71
Figura 8. Componentes compostero Can -O- Worms.....	72
Figura 9. Compostero SAC.....	73
Figura 10. Residuos sólidos sin separar.....	80
Figura 11. Recipientes para separación de residuos sólidos.....	81
Figura 12. Separación de residuos orgánicos biodegradables en la cocina.....	81
Figura 13. Recolección interna de residuos sólidos en el conjunto residencial Rio Pance.....	82
Figura 14. Unidad técnica de almacenamiento del conjunto residencial Rio Pance.....	83
Figura 15. Residuos reciclables separados manualmente.....	84
Figura 16. Recolección de podas.....	84
Figura 17. Corrientes de aire termitero.....	89
Figura 18. Corriente de aire Compostero.....	89
Figura 19. Composteros armados.....	90
Figura 20. Residuos Orgánicos refrigerados.....	91
Figura 21. Residuos Orgánicos biodegradables de comida y jardín.....	91
Figura 22. Mezcla de residuos orgánicos biodegradables con aserrín Relación 3:1.....	92
Figura 23. Montaje de la mezcla en el compostero.....	92
Figura 24. Composteros listos y etiquetados.....	93

Figura 25. Compostaje con presencia de microorganismos.....	93
Figura 26. Compost resultante.....	94
Figura 27. Compost resultante.....	94
Figura 28. Mezcla de residuos orgánicos biodegradables con aserrín.....	104
Figura 29. Bocetación de alternativas para separación y almacenamiento.....	105
Figura 30. Bocetación de alternativas para tratamiento.....	106
Figura 31. Bocetación de alternativas para tratamiento.....	107
Figura 32. Recipiente para separación de residuos orgánicos biodegradables.....	109
Figura 33. Configuraciones del recipiente para separación.....	110
Figura 34. Residuos orgánicos biodegradables de la cocina a la fase de almacenamiento.....	111
Figura 35. Montaje fotográfico de cesta de almacenamiento en el punto de transferencia.....	112
Figura 36. Cesta para almacenamiento.....	112
Figura 37. Croquis ruta recolección interna de residuos orgánicos biodegradables.....	113
Figura 38. Esquema de recolección desde el almacenamiento hasta la unidad técnica de almacenamiento.....	114
Figura 39. Vagón para transporte de residuos orgánicos biodegradables.....	114
Figura 40. Vista general Picador- Mezclador.....	115
Figura 41. Funcionamiento del picador-mezclador paso 1 y 2.....	116
Figura 42. Funcionamiento del picador-mezclador paso 3 y 4.....	117
Figura 43. Funcionamiento del picador-mezclador paso 5 y 6.....	118
Figura 44. Compostero vista general.....	119
Figura 45. Partes del compostero.....	120
Figura 46. Composteros numerados.....	121
Figura 47. Proceso de compostaje. Paso 1.....	122
Figura 48. Proceso de compostaje. Paso 2.....	122
Figura 49. Proceso de compostaje. Paso 3.....	122

Figura 50. Proceso de compostaje. Paso 4.....	123
Figura 51. Proceso de compostaje. Transición de residuos orgánicos biodegradable a compost.....	123
Figura 52. Descarga de compost del compostero.....	124
Figura 53. Canastas apiladas. Maduración.....	124
Figura 54. Objetos de la fase de tratamiento en la unidad técnica de almacenamiento.....	125
Figura 55. Configuraciones de los composteros.....	125
Figura 56. Montaje Mezclador-picador pasos 1, 2, 3 y 4.....	126
Figura 57. Montaje Mezclador-picador pasos 5, 6, 7 y 8.....	127
Figura 58. Montaje Compostero pasos 1, 2, 3 y 4.....	128
Figura 59. Montaje Compostero pasos 5, 6, 7 y 8.....	129

RESUMEN

Este es un proyecto de grado para la carrera de Diseño Industrial en el cual se realiza una intervención para el estudio de caso del conjunto residencial “Rio Pance” de la comuna 22 en Santiago de Cali mediante el diseño de un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos biodegradables, el cual busca recuperar estos residuos desde la fuente de generación en las viviendas, mediante una serie de objetos que permiten su separación, almacenamiento, transporte y tratamiento en la unidad técnica de almacenamiento del conjunto residencial, este sistema está planteado como respuesta al desperdicio de los residuos orgánicos biodegradables generados a nivel domiciliario que actualmente son desperdiciados y contaminados una vez dispuestos en los rellenos sanitarios.

Palabras Clave

Residuos sólidos, residuos orgánicos biodegradables, compostaje, aprovechamiento, separación.

1 INTRODUCCIÓN

La problemática ambiental relacionada con los residuos sólidos es causada por su inadecuado manejo y por la cantidad de volúmenes que se producen, estos a su vez han ido incrementando con los hábitos de consumo en la sociedad y con el incremento de la población, actualmente en el país los residuos sólidos son tratados por medio de vertederos a cielo abierto o en rellenos sanitarios, si bien son respuesta a la producción de residuos sólidos de los sectores urbanos y rurales se muestra en los diagnósticos realizados por la procuraduría que estas tecnologías no se aplican de manera adecuada, los rellenos sanitarios que fueron pensados como soluciones iniciales, hoy aparecen como soluciones incompletas, ya que generan impactos ambientales negativos por lixiviados, plagas, malos olores, contaminación del agua, suelo y aire, riesgos para la salud y además estos rellenos pierden utilidad muy rápidamente al llenarse y requerirse otros espacios para su construcción.

A los rellenos sanitarios llegan residuos sólidos de diferentes tipos, muchos de ellos pueden ser aprovechables pero por cuestiones de la inadecuada gestión al interior de las ciudades no se separan desde la fuente, imposibilitando que puedan ser recuperados por medio del reciclaje o de prácticas como el compostaje. Estos residuos aprovechables al no ser separados en la fuente se mezclan con otros residuos sólidos los cuales terminan contaminándose y perdiendo sus propiedades óptimas para ser recuperados y reincorporados a un ciclo productivo.

Actualmente en Santiago de Cali se producen 1.827 ton/día de residuos sólidos, un 30% es conformado por residuos sólidos reciclables y más del 50% compostables¹, como se puede observar la mayoría de residuos sólidos producidos son los compostables es decir los residuos orgánicos biodegradables compuestos por residuos de comida y jardín, estos residuos al llegar a los rellenos sanitarios son los

¹ ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI y DAGMA. *Hacia una Ciudad-Región sustentable...una ruta hacia el 2036*. Lineamientos para una Política Ambiental de Santiago de Cali. 2009. p. 50

que más implicaciones y repercusiones negativas tienen al ser enterrados, puesto que generan lixiviados que contaminan el medio ambiente y gases de efecto invernadero que contaminan el aire, de esta manera este proyecto busca recuperar estos residuos desde la fuente de generación en este caso urbanizaciones, considerando que son la opción de vivienda que se está proyectando desde los planes de ordenamiento territorial como respuesta al crecimiento poblacional y a la expansión de la ciudad.

El proyecto busca desde el Diseño Industrial plantear alternativas para diseñar un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos biodegradables para el estudio de caso del conjunto residencial “Rio Pance” de la comuna 22, en el cual se plantea la separación de los residuos orgánicos biodegradables en cada vivienda, su recolección, almacenamiento, transporte y su posterior tratamiento de manera que se logre el aprovechamiento mediante la generación de compost como subproducto. El compost resultante de este sistema de aprovechamiento será utilizado para los jardines y la zonas verdes del conjunto residencial teniendo en cuenta que el compost aporta materia orgánica al suelo y contribuye tanto al mejoramiento de las condiciones físicas y biológicas del suelo como a la recuperación de la fertilidad natural, además contribuye al embellecimiento de los jardines y el prado, por último el compost generado en el conjunto residencial tiene la posibilidad de ser comercializado generando así un beneficio económico además del beneficio ambiental.

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Definición del problema

Cali produce 1.827 ton/día de residuos sólidos, un 30% es conformado por residuos sólidos reciclables y más del 50% compostables, actualmente solo se aprovechan 200 ton/día para su reciclaje². El resto es decir aproximadamente 1.600 ton/día de residuos sólidos de la ciudad son dispuestos al enterramiento en el relleno sanitario Colomba - El Guabal en Yotóco. De los residuos sólidos recolectados en la ciudad la mayoría son de origen residencial³, de estos más del 50% de residuos están conformados por residuos compostables tales como residuos de comida y jardín.

Ahora bien, teniendo en cuenta que los residuos sólidos compostables son los que más se producen, puede observarse su desaprovechamiento al ser enterrados en un relleno sanitario, problemática que se genera desde la fuente de generación, para este caso los de origen residencial, ya que es en la fuente donde no se realiza ningún tipo de separación, causando que los residuos compostables se mezclen con otros residuos, contaminando así residuos que pueden ser potencialmente aprovechados, actualmente en la gestión de residuos que se lleva a cabo en la ciudad no se tiene en cuenta el aprovechamiento de los residuos compostables, por lo que se dificulta que las personas separen desde sus casas sus residuos orgánicos.

La no separación genera que los residuos sólidos sean recolectados y llevados directamente al relleno sanitario lo cual ha generado que estos no sean aprovechados a través de las cadenas de reciclaje por su lejanía con la ciudad, ocasionando que el volumen para su disposición final sea elevado y genere altos

² ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI y DAGMA. *Hacia una Ciudad-Región sustentable...una ruta hacia el 2036*. Lineamientos para una Política Ambiental de Santiago de Cali. 2009. p. 50

³ ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI y DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACIÓN. *Cali en cifras 2011*. Santiago de Cali. 2012. p 72

impactos ambientales y sanitarios, como podemos ver con la problemática causada por el manejo de los lixiviados.

Según la Procuraduría “la problemática del relleno sanitario Colomba - El Guabal se relaciona principalmente con el manejo de los lixiviados que allí se generan, los cuales no han podido ser tratados para su vertimiento y las piscinas de almacenamiento se encuentran en su tope máximo, lo cual representa un grave riesgo ambiental”⁴.

Actualmente los lixiviados producidos en el relleno sanitario están siendo acumulados en varias piscinas y luego recirculados a la planta de tratamiento puesto que el tratamiento que se le da no es suficiente para que puedan ser vertidos al río, razón por la cual no han alcanzado los parámetros de remoción establecidas en la licencia ambiental que les otorgó la CVC.

2.2 Justificación

El manejo de los residuos sólidos en la ciudad de Santiago de Cali muestra que desde las políticas establecidas para la gestión integral de los residuos sólidos no se le presta importancia al aprovechamiento de los residuos orgánicos, pues como puede observarse en los planes de gestión integral de los residuos sólidos se plantean lineamientos para la valorización y aprovechamiento de residuos orgánicos e inorgánicos sin embargo no se plantea ningún plan de acción que tengan en cuenta el aprovechamiento de los residuos orgánicos y su respectiva separación, actualmente según el PGIRS se deben separar los residuos en dos bolsas, una con

⁴ PROCURADURIA GENERAL DE LA NACIÓN. *Procuraduría General de la Nación advierte sobre estado de alerta en el relleno sanitario Colomba- El Guabal en Yotóco (Valle del Cauca)*. Boletín 198. Fecha Publicación: viernes, 22 marzo 2013

residuos reciclables y otra con residuos no reciclables en donde se mezclan con residuos orgánicos. Por otra parte dentro de estos planes se plantea la construcción de sistemas de aprovechamiento como solución a la problemática de la alta producción de residuos sólidos, actualmente están constituidos sistemas de aprovechamiento de residuos reciclables como el plástico, vidrio, papel y cartón, pero no existe ningún sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos.

Pues bien como se ha planteado antes los residuos que más generan los habitantes de Santiago de Cali son los residuos orgánicos, entre ellos residuos de comida y jardín, que al no ser aprovechados en la fuente de generación terminan enterrados en el relleno sanitario Colomba – El Guabal, en donde terminan convirtiéndose en gases de efecto invernadero y en lixiviados los cuales contaminan el medio ambiente, por otra parte se genera contaminación por el consumo de combustible y por las distancias que recorren los camiones que llevan los residuos orgánicos mezclados con otros residuos desde Santiago de Cali hasta el relleno sanitario en Yotóco, estos camiones recorren 45 kilómetros desde el interior de la ciudad hasta el relleno sanitario⁵.

El tratamiento de residuos sólidos en los rellenos sanitarios trae para la ciudad altos costos económicos y ambientales gracias al incremento de residuos sólidos producidos por la cultura del consumo y el desperdicio de residuos aprovechables que llegan al relleno sanitario, estos incrementos causan que la vida útil de los rellenos sanitarios se disminuyan y que cada vez sea más difícil el tratamiento de los lixiviados que se producen y el de los gases.

Por otra parte es en la fuente de generación es decir los hogares donde comienzan a darse los problemas generados por los residuos orgánicos puesto que al no separarse desde el origen se mezclan con otros residuos como los reciclables que

⁵ ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI y DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACIÓN. *Evaluación y ajuste del Plan Integral de Residuos Sólidos PGIRS 2004-2019*. Santiago de Cali. 2009

pueden ser potencialmente aprovechables pero que pese a la contaminación con los residuos orgánicos son difíciles de aprovechar y también se le dificulta a los recicladores la labor de reciclaje de estos materiales contaminados.

Por lo tanto se plantea para este proyecto la importancia del aprovechamiento de los residuos orgánicos en la fuente puesto que permite:

- La reducción de la cantidad de residuos sólidos destinados al relleno sanitario, evitando así problemas de contaminación de suelos por lixiviados y emisiones provenientes de la descomposición.
- El no transporte de residuos orgánicos al relleno sanitario.
- Crear una conciencia ambiental en la población en cuanto a los hábitos de separación de desechos en origen y la utilización que éstos pueden tener.
- Reutilizar recursos naturales.
- Aumentar el nivel de la oferta de abonos orgánicos.

Por otra parte el uso del compostaje de residuos orgánicos permite:

- Mantener y aumentar el contenido de materia orgánica y de nutrientes en el suelo.
- El compost mejora el pH (acidez/alcalinidad) del suelo.
- Aportar materia orgánica al suelo y contribuye tanto al mejoramiento de las condiciones físicas y biológicas del suelo como a la recuperación de la fertilidad natural.

3 Objetivos

3.1 Objetivo General

Diseñar un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos biodegradables para el estudio de caso del conjunto residencial “Rio Pance” de la comuna 22 en Santiago de Cali.

3.2 Objetivos Específicos

- Describir el manejo actual de los residuos sólidos del conjunto residencial “Rio Pance”.
- Describir las prácticas de almacenamiento y de desecho de los residuos orgánicos biodegradables en las viviendas del conjunto residencial “Rio Pance”
- Seleccionar un tratamiento para los residuos orgánicos biodegradables que se adapte a las condiciones espaciales del conjunto residencial “Rio Pance”
- Diseñar los objetos que conforman el sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos biodegradables de tal manera que permitan la adecuada separación, almacenamiento, tratamiento y aprovechamiento de los residuos orgánicos biodegradables del conjunto residencial “Rio Pance”

4 MARCO TEORICO

4.1 Residuo Sólido

Según la definición establecida en el Decreto 838 de 2005 un residuo sólido es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o 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.⁶

Los residuos sólidos muchas veces no tienen valor para quienes lo generan pese a que desconocen el valor económico que pueda generarse por medio del aprovechamiento de estos residuos, actualmente en el mundo se desarrollan muchas tecnologías que permiten transformar estos residuos y convertirlos en subproductos.

4.1.2 Clasificación de los residuos sólidos

La clasificación de los residuos sólidos está relacionada con el uso del suelo y con las actividades que los generan, por lo tanto se diversifican en diferentes tipos de residuos, según su origen, DUQUE & COLLAZOS (1993)⁷ plantean la siguiente clasificación.

- **Según su origen:**

Residenciales o Doméstico: Son aquellos generados en casas y edificios de baja, media y elevada altura, unifamiliares o multifamiliares, por actividades que se dan dentro de la vivienda, en su mayoría estos residuos sólidos generados poseen un

⁶MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. Decreto 838 de 2005. Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones. *Artículo 1. Definiciones*. [Consultado el 15 de abril de 2013] Disponible en Internet en : http://www.corpamag.gov.co/archivos/normatividad/Decreto838_20050323.htm

⁷ DUQUE Ramón & COLLAZOS Héctor. *RESIDUOS SÓLIDOS*. FUNPIRS. Santa Fe de Bogotá.1993. p 15-18

alto grado de materia orgánica como la comida o las podas de jardín, el resto está conformado por materia inorgánica como papel, cartón, plásticos, textiles, cuero, madera, vidrio y aluminio entre otros.

Comerciales: Son aquellos generados en establecimientos comerciales y mercantiles tales como almacenes y depósitos, también en restaurantes, hoteles y gasolineras. Generalmente presentan altos contenidos de papel y cartón.

Institucionales: Son aquellos generados en establecimientos educativos, gubernamentales, militares, carcelarios, terminales aéreos, terrestres, fluviales o marítimos, edificios dedicados a oficinas, entre otros; normalmente tienen altos contenidos de materia orgánica, papel y cartón.

Industriales: Son aquellos generados en fábricas e Industrias, su contenido depende del tipo de industria (Metalúrgica, plásticos, química, maderera etc.), los desechos generados son resultado de procesos de producción.

Servicios Municipales: Son aquellos producto del barrido de calles y lugares públicos como parques, playas y el paisaje entre otros, estos residuos sólidos por lo general presentan alto contenido de material inerte y papel.

Agrícolas: Son aquellos generados por prácticas agrícolas como el cultivo de alimentos o la ganadería, dentro de ellos se pueden encontrar restos de cosechas, sustancias químicas de los fertilizantes y los pesticidas, residuos ganaderos como excrementos, camas y lechos.

- **Según su composición:**

Siguiendo con la clasificación de los residuos sólidos, DUQUE & COLLAZOS (1993) establecen que también estos pueden clasificarse según su composición en los siguientes tipos:

Patógenos: Son aquellos que por su composición y características pueden ser reservorio o vehículo de infección, por lo general se producen en hospitales, laboratorios, clínicas y universidades.

Tóxicos: Son aquellos que por sus características físicas o químicas, dependiendo de su concentración y el tiempo de exposición, pueden causar daños al medio ambiente y muerte a los seres vivos.

Combustibles: Son aquellos que arden en presencia de oxígeno o por acción de una chispa o de cualquier otra fuente de ignición.

Inflamables: Son aquellos que pueden arder espontáneamente en condiciones normales.

Explosivos: Son las que generan grandes presiones en su descomposición instantánea.

Radioactivas: Son aquellos que emiten radiaciones nucleares (electromagnéticas o corpusculares) en niveles superiores a las radiaciones naturales de fondo.

Volatilizables: Son los que por su presión de vapor, a temperatura ambiente, se evaporan o volatilizan.

- **Clasificación por composición biológica**

Residuos Orgánicos:

Como lo plantea FLORES (2002)⁸ los residuos orgánicos se definen como aquellos que provienen de restos de productos de origen orgánico, la mayoría de

⁸ FLORES, Dante. *Guía para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos*. Guía Práctica N°2. En: Serie Guías para la gestión de residuos sólidos en América Latina y El Caribe. Lima. 2002. p 8-12

ellos son biodegradables (se descomponen naturalmente). Se pueden desintegrar o degradar rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica.

Dentro de los residuos orgánicos de origen residencial se pueden encontrar restos de comida preparada o cruda tales como cascara de verduras, carne, frutas, huevo, etc. también restos de jardín, como podas de césped, hojas, o tallos de plantas.

Las propiedades biológicas de la fracción orgánica de estos residuos se clasifican en⁹:

- Constituyentes solubles en agua: tales como azúcares, féculas, aminoácidos y diversos ácidos orgánicos.
- Hemicelulosa: un producto de condensación de azúcares con cinco y seis carbonos.
- Celulosa: un producto de condensación de glucosa de azúcar con seis carbonos.
- Grasas: aceites y ceras, que son ésteres de alcoholes y ácidos grasos de cadena larga.
- Lignina: un material polímero presente en algunos productos de papel como periódicos.
- Lignocelulosa: una combinación de lignina y celulosa.
- Proteínas: que están formadas por cadenas de aminoácidos.

Residuos Sólidos Inorgánicos:

Los residuos sólidos inorgánicos son aquellos desechos de naturaleza no biológica, es decir aquellos que son el resultado de procesos industriales en los cuales las materias primas de origen orgánico e inorgánico al ser transformados pierden su capacidad de biodegradación.

⁹ HENAO, Gladys & ZAPATA, Liliana. *Aprovechamiento de los Residuos Sólidos Orgánicos en Colombia*. Monografía para optar el título de Especialista en Gestión Ambiental. Universidad de Antioquia. 2008. p 30

Aunque el origen de muchos de estos materiales es orgánico como la madera para el caso del papel, pierden su naturaleza biológica al sufrir procesos de transformación industrial perdiendo propiedades en su biodegradación, algunos de estos residuos no pueden degradarse de manera natural y se requiere de mucho tiempo para lograr su descomposición.

4.2 Gestión Integral de los Residuos Sólidos

La Gestión de los Residuos Sólidos en Colombia se estructura a partir del diseño de la Política de la Gestión integral de los Residuos Sólidos establecida por el Ministerio del Medio Ambiente en el 1997, en ella reorganiza y se establece la administración sobre el manejo de los residuos sólidos sean peligrosos o no peligrosos, en la cual se debe darse una integración entre la salud pública y el medio ambiente.

Dentro de la GIRS se establecen las siguientes etapas: reducción en el origen; aprovechamiento y valorización; tratamiento y transformación; disposición final controlada.

A continuación se describen las etapas de la gestión como se expresan en la Política para la Gestión integral de los Residuos Sólidos.¹⁰

4.2.1 Reducción en el origen

La reducción en el origen está en el primer lugar en la jerarquía porque es la forma más eficaz de reducir la cantidad y toxicidad de residuos, el costo asociado a su manipulación y los impactos ambientales.

4.2.2 Aprovechamiento y valorización

El aprovechamiento implica la separación y recogida de materiales residuales en el lugar de su origen; la preparación de estos materiales para la reutilización,

¹⁰ MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. *Política para la Gestión Integral de Residuos Sólidos*. 1997

el reprocesamiento, la transformación en nuevos productos, y la recuperación de productos de conversión (por ejemplo, compost) y energía en forma de calor y biogás combustible.

El aprovechamiento es un factor importante para ayudar a conservar y reducir la demanda de recursos naturales, disminuir el consumo de energía, preservar los sitios de disposición final y reducir la contaminación ambiental. Además, el aprovechamiento tiene un potencial económico, ya que los materiales recuperados son materias primas que pueden ser comercializadas.

En consecuencia la primera acción sobre los residuos generados es valorarlos y aprovecharlos.

4.2.3 Tratamiento y transformación

La transformación de residuos implica la alteración física, química o biológica de los residuos. Típicamente, las transformaciones físicas, químicas y biológicas que pueden ser aplicadas a los residuos sólidos urbanos son utilizadas para mejorar la eficacia de las operaciones y sistemas de gestión de residuos.

Para los residuos que no puedan ser aprovechados, se utilizarán sistemas de tratamiento para disminuir su peligrosidad y/o cantidad.

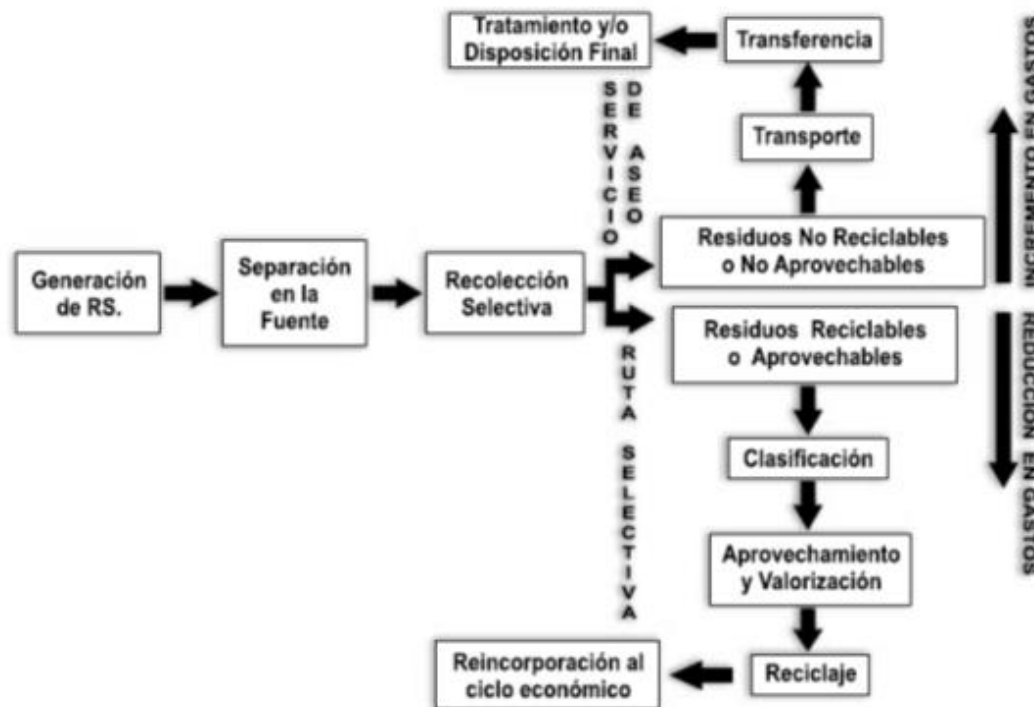
4.2.4 La disposición final controlada

Por último, hay que hacer algo con los residuos que no tienen ningún uso adicional, la materia residual que queda después de la separación de residuos sólidos en las actividades de recuperación de materiales y la materia residual restante después de la recuperación de productos de conversión o energía; para lo cual se debe garantizar una disposición final controlada, además se debe poseer una capacidad adecuada en los sitios de disposición final y planes para la clausura.

Para la estructuración de la Gestión Integral de Residuos Sólidos se ha desarrollado un diagrama (ver gráfica 1) en el cual se muestran las diferentes etapas que lo conforman y se muestran dos caminos en los que se destinan los residuos sólidos

en un camino se llevan los residuos hasta el tratamiento o disposición final, en este camino incrementan los costos, mientras que en el otro camino se reincorporan los residuos al ciclo económico, en este camino se reducen los costos.

Gráfica 1. Diagrama de la GIRS



Fuente: ALCALDIA DE SANTIAGO DE CALI. *Manual Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos para el Sector Residencial-Conjuntos Residenciales del Municipio de Santiago de Cali*. Santiago de Cali, 2008. p 31

4.3 Gestión de los Residuos Sólidos en Santiago de Cali

En Cali se producen aproximadamente 1.827 toneladas de residuos sólidos diarias es decir 0,8 kg diarios por habitante, de los cuales un 30% son reciclables y más del 50% compostables.¹¹ Solo se recuperan 200 toneladas diarias para el reciclaje, el resto termina en el relleno sanitario Colombia - El Guabal en Yotóco.

¹¹ ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI y DAGMA. *Hacia una Ciudad-Región sustentable...una ruta hacia el 2036*. Lineamientos para una Política Ambiental de Santiago de Cali. 2009. p. 50

Para el año 2009 se recolectaron 575.931 toneladas de residuos sólidos, de estos el mayor porcentaje de residuos correspondió a aquellos recolectados en el sector residencial es decir 382.587 toneladas.¹²

Como puede observarse en la Tabla 1, dentro de la composición física de los residuos sólidos residenciales, el residuo que más se produce son los residuos orgánicos (comida), el cual equivale a casi el 60%. A medida que incrementan los estratos la cantidad de residuos orgánicos (comida) va disminuyendo, por otra parte los residuos orgánicos (Jardín) van incrementando a medida que aumenta el estrato, esto dado por las características de las viviendas, puesto que en los estratos más altos tienen mayores áreas verdes dentro de las viviendas.

Tabla 1. Composición física de los residuos sólidos residenciales (%) por estrato socioeconómico y global.

CATEGORIA	ESTRATO SOCIO ECONOMICO						TOTAL
	1	2	3	4	5	6	
Comida	61,30	61,90	61,03	54,36	54,48	48,38	59,00
Jardín	4,31	2,26	3,09	8,64	16,14	27,06	6,54
Papel	2,75	3,13	3,85	5,31	4,34	6,26	3,84
Cartón	1,87	2,25	2,47	2,81	3,17	2,75	2,39
Bolsas y empaques	6,72	7,08	7,68	7,21	6,71	4,80	6,93
Plástico soplado	2,86	3,14	3,43	3,98	3,30	2,66	3,21
Caucho Cuero	1,56	1,38	0,87	0,26	0,17	0,23	0,98
Textiles	2,82	2,28	1,88	1,07	2,04	0,50	1,98
Madera	0,68	0,93	0,47	0,75	0,14	0,23	0,62
Metálicos	0,94	1,00	1,12	1,47	0,95	0,93	1,06
Vidrio	2,19	2,02	2,63	3,35	3,62	3,16	2,56
Cerámicos	0,99	2,18	1,12	1,58	0,78	0,43	1,34
Huesos	0,32	0,31	0,33	0,33	0,21	0,21	0,30
Higiénicos	8,30	8,91	8,19	7,80	3,24	4,79	7,73
Otros	2,38	1,24	1,83	1,09	0,73	0,62	1,52

Fuente: ALCALDIA MUNICIPAL DE SANTIAGO DE CALI. *Departamento Administrativo de Planeación Municipal. Caracterización de residuos sólidos domiciliarios generados en el Municipio de Santiago de Cali.* Santiago de Cali. 2006

En Cali los residuos sólidos son recolectados en camiones por empresas privadas de aseo (Promoambiental Cali, Promoambiental Valle, Ciudad Limpia, Emas Cali) quienes los llevan a las estaciones de transferencia, de allí son llevadas en camiones de mayor capacidad al relleno sanitario en Yotó por la empresa

¹² ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI y DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACIÓN. *Cali en cifras 2011.* Santiago de Cali. 2012. p 72

Interaseo que es quien se encuentra al mando del Relleno Sanitario Colomba - El Guabal en donde llegan los residuos sólidos de la ciudad.

Teniendo en cuenta las etapas de la gestión integral de los residuos sólidos como lo plantea la política de Gestión Integral de los Residuos Sólidos frente a la gestión de los residuos que se hace en Cali se hacen evidentes deficiencias dentro del modelo actual, a continuación se mostrara por partes las etapas de la gestión que se plantean en las GIRS frente a la situación actual.

- Reducción en el Origen: En Cali se plantea en los PGIRS líneas estratégicas para la reducción de residuos a través de programas de IEC (Información, educación y comunicación) para lograr la concientización de las personas para crear una cultura ciudadana que permita articular los hábitos y acciones frente al manejo de los residuos sólidos para minimizar su producción, actualmente puede verse que no son suficientes o no son captadas por la ciudadanía, puesto que las personas siguen mezclando los residuos¹³, desconociendo el valor que tiene el aprovechamiento de residuos en la disminución de estos en la disposición final.

- Aprovechamiento y valoración: Dentro de los PGIRS se establecen la recuperación y el aprovechamiento de los residuos sólidos, un alto porcentaje de personas que realizan esta labor como recicladores y bodegueros no están organizados, lo cual hace difícil que exista una cadena de reciclaje que actúe en función de un aprovechamiento organizado y controlado.

De esta manera se observa la poca participación de la ciudadanía en los procesos previos al aprovechamiento en el caso de la presentación de los residuos sólidos, puesto que algunos presentan los residuos aprovechables y no aprovechables en una misma bolsa, el no separarlos de manera diferenciada hace difícil la labor de los recuperadores.

- Tratamiento y transformación: En este caso el tratamiento que se le da a los residuos sólidos que llegan al relleno sanitario en Yotóco se ve afectado por la

¹³EL PAIS. Los caleños tiran el reciclaje a la basura.2014[Consultado en abril de 2014] Disponible en Internet en <http://historico.elpais.com.co/paionline/calionline/notas/Marzo142006/B214N1.html>

cantidad de residuos que se generan en Santiago de Cali, la cantidad de materia orgánica que representa más de un 50% del contenido estos residuos causan el incremento en los lixiviados que se producen a diario, si bien se encuentra dentro de las obligaciones de la empresa encargada del relleno sanitario el tratamiento de los lixiviados, su tratamiento no cuenta con las especificaciones sobre su toxicidad por parte de la CVC para que puedan ser vertidos al río, actualmente los lixiviados son recirculados en la planta de tratamiento y son acumulados en piscinas de almacenamiento.¹⁴

Los residuos sólidos que llegan al relleno sanitario no están siendo aprovechados, no se cuenta con las tecnologías necesarias para la separación mecánica de aquellos materiales que son susceptibles al aprovechamiento y a diferencia del vertedero Navarro en este lugar no se hacen labores de recuperación por parte de los recicladores.

4.3.1 Actores de la Gestión de Residuos Sólidos

4.3.1.1 Administrativo

Con respecto a los actores administrativos se hace referencia a aquellas entidades encargadas de la vigilancia, control, planeación y en general todo lo que respecta a la gestión de los residuos sólidos en la ciudad de Santiago de Cali, teniendo en cuenta políticas públicas medioambientales establecidas a nivel nacional. En un primer nivel con base a la Ley 99 de 1993 se crea el Departamento Administrativo de la Gestión Medio Ambiental DAGMA mediante el Acuerdo Municipal No. 18 de diciembre 30 de 1994 el cual se consolida como un organismo técnico director de la gestión medioambiental, siendo además una importante herramienta para orientar acciones e inversiones ambientales para la ciudad con respecto al manejo responsable de los recursos naturales. Además mediante el decreto 059

¹⁴EL PAIS. Procuraduría lanza llamado de alerta por manejo de lixiviados en relleno de Yotóco. 2013 [Consultado en abril de 2014] Disponible en Internet en <http://www.elpais.com.co/elpais/valle/noticias/procuraduria-lanza-llamado-alerta-por-manejo-lixiviados-relleno-yotoco>

de 2009 se establece como responsabilidad para el DAGMA hacer el seguimiento y control al desarrollo e implementación de los programas de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

Por otra parte Planeación Municipal junto con otras entidades de la Administración Municipal son los responsables de coordinar proyectos para la gestión de residuos sólidos, estableciéndose pautas para el desarrollo de la ciudad. También se trabaja junto con las corporaciones autónomas regionales en el caso de Santiago de Cali la CVC, quien se encarga de controlar y vigilar la incidencia de los residuos dentro del medio ambiente, también de otorgar y revisar las licencias medioambientales con respecto al uso del suelo para el caso de los sitios para la disposición final.

4.3.1.2 Operativo

Con respecto al nivel operativo en la gestión de residuos sólidos se refiere a aquellos actores encargados de la recolección y barrido de los residuos sólidos. Después de la liquidación de la empresa de servicio de aseo Emsirva S.A se reordeno la ciudad en cuatro zonas y se contrató nuevas empresas para asumir el servicio de aseo de la ciudad, actualmente el servicio se presta a la ciudadanía de Santiago de Cali como se muestra en la Tabla 2, si bien son empresas privadas estas están reguladas como servicio público por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

Tabla 2: Distribución de operadores de aseo.

Zona	Empresa de Aseo	Comuna atendida
1- Norte	Promoambiental Cali S.A E.S.P.	2,4,5,6,7 y 8
2- Oriente	Empresa Metropolitana de Aseo De Cali SA ESP Emas Cali	11,12,13,14,15 y 21
3- Sur	Promoambiental Valle SA ESP	10, 16, 17, 18, 22
4-Centro	Ciudad Limpia Bogotá SA ESP	1, 3, 9, 19, 20

Fuente: Contraloría General de Santiago de Cali. INFORME DE IMPACTO DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ASEO EN LA CIUDAD DE CALI - Vigencia 2009. Santiago de Cali. 2010

4.4 Plan de Gestión Integral de los Residuos Sólidos

El Plan de Gestión Integral de los Residuos Sólidos establecido en el marco de la Política para la Gestión de Residuos Sólidos, es un plan que debe aplicar cada municipio del país y renovarse cada 15 años, cada administración municipal es responsable de su implementación, también de propiciar la articulación entre el sector público y privado y la sociedad. El PGIRS en Santiago de Cali fue elaborado a partir de las metodologías planteadas por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en la Resolución 1045 de septiembre de 2003.

Mediante la ejecución de programas, proyectos y actividades incluidos dentro del PGIRS se busca promover el aprovechamiento y adecuado manejo de los residuos sólidos para disminuir la cantidad de residuos que terminan en los sitios establecidos para la disposición final. Se plantea la disminución en la producción de residuos en las fuentes generadoras por medio de acciones educativas que permitan comunicar a la comunidad la importancia de la separación de los residuos para que estos puedan ser aprovechados, esta y otras estrategias pretenden consolidar dentro de la ciudad medidas que permitan darle un mejor rumbo a la gestión de los residuos sólidos de tal manera que contribuyan a la restauración y preservación del medio ambiente para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

Para lograr estos fines que se mencionan anteriormente se establecen líneas estratégicas¹⁵ para intervenir y fortalecer, estas son:

Línea estratégica 1: Cultura ciudadana

El objetivo de esta línea es promover mediante la sensibilización y educación a la comunidad para que se desarrolle entre los generadores de residuos una cultura hacia la reducción en el origen, mediante la clasificación en la fuente, almacenamiento, aprovechamiento, presentación y disposición adecuada, según la normatividad vigente.

¹⁵ ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI. *Plan de gestión Integral de Residuos Sólidos*. Santiago de Cali. 2004

Línea estratégica 2: Producción más limpia

Esta línea estratégica se relaciona con el uso de tecnologías necesarias para cada tipo de residuo, la optimización de procesos para la reducción en la contaminación ambiental. Así pues se plantean programas para el diseño e investigación de tecnologías para el manejo y control de residuos especiales, como los hospitalarios, peligrosos y los escombros, también se busca capacitar al sector empresarial para que apliquen tecnologías con producción más limpia.

Línea estratégica 3: Valorización de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos

El objetivo de esta línea es reincorporar residuos sólidos orgánicos e inorgánicos al ciclo de vida productivo con la participación de los diferentes generadores de residuos, organizaciones de recicladores, academia, empresas prestadoras del servicio de aseo, sector empresarial y demás entidades para que logren articularse por medio de programas de recuperación, aprovechamiento y comercialización.

Línea estratégica 4: Calidad en la prestación del servicio de aseo

El objetivo de esa línea estratégica es la de garantizar la continuidad, calidad y cobertura en la prestación del servicio de aseo en forma efectiva y económica de tal manera que las empresas prestadoras del servicio de aseo den cumplimiento de la normatividad vigente que regula la prestación del servicio de aseo y mejorar las tecnologías con respecto a las rutas de recolección selectiva. También se busca mediante esta línea fortalecer y organizar el sector de los recicladores y carretilleros de tal manera que puedan participar en la recuperación, aprovechamiento y comercialización de los residuos sólidos

Línea estratégica 5: Disposición final adecuada

El objetivo de esta línea estratégica es la disposición final adecuada de los residuos de tal manera que se incorporen criterios de sostenibilidad en su diseño, operación, seguimiento y clausura de los sitios de disposición final de residuos generados en el

municipio, de manera que acojan las especificaciones técnicas y la normatividad que en Colombia regula el tema de los residuos, lo anterior con respecto a la clausura y sellado del sitio de disposición final de Navarro y la adecuación y operación en los sitio de disposición final actuales.

Estas líneas estratégicas se proponen a través de programas para su desarrollo e implementación, teniendo en cuenta los diferentes grupos de generadores de residuos se han creado programas específicos enfocados para cada grupo. Para el caso de esta investigación se tendrá en cuenta el programa del grupo de generadores de residuos denominado “Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos para el sector residencial – Conjuntos Residenciales”

4.5 Plan de gestión integral de Residuos Sólidos para el sector residencial Conjuntos Residenciales

De acuerdo a lo contemplado en las líneas estratégicas Cultura Ciudadana y Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos e Inorgánicos el PGIRS presenta el manual para la gestión integral de residuos sólidos para el sector residencial, el cual se constituye como una herramienta en la cual se establecen el conjunto de normas, lineamientos y pasos a seguir para lograr una gestión integral de los residuos sólidos.

Primero que todo el manual deja claro el concepto “multiusuario” teniendo en cuenta que es un aspecto importante en el servicio de aseo en los conjuntos residenciales, este concepto se entiende como aquellos usuarios agrupados en unidades inmobiliarias, condóminos o conjuntos residenciales que presentan de manera conjunta sus residuos a la empresa prestadora del servicio de aseo, facilitando la medición de los residuos sólidos realmente producidos y que el cobro corresponda a la cantidad, peso y volumen, el cual es un beneficio para los usuarios que disminuyen su producción a través de labores de separación en la fuente y el reciclaje pues el valor de la factura se reducirá.

Ahora siguiendo con los elementos que constituyen este manual en un primer lugar se describe un diagnóstico de la situación actual de los conjuntos residenciales con respecto a la gestión de los residuos sólidos, en donde realizaron visitas a 22 conjuntos residenciales en los cuales se pudo observar que la gestión de los administradores de los conjuntos era bastante deficiente con respecto a la conformación de multiusuarios. Además que el proceso de separación en la fuente de los materiales reciclables era tratado con absoluta informalidad, pues no existen cifras sobre el volumen separado de los diferentes tipos de residuos, ni siquiera el pesaje de los mismos.¹⁶

Teniendo en cuenta los resultados arrojados por las visitas que se realizaron en este estudio se mostraran aquellas que tienen información importante para el desarrollo de este Proyecto de Grado.

Gráfica 2. Destino que se le da a los RS aprovechables en los CR



Fuente: ALCALDIA DE SANTIAGO DE CALI. Manual Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos para el Sector Residencial-Conjuntos Residenciales del Municipio de Santiago de Cali. Santiago de Cali, 2008. p 14

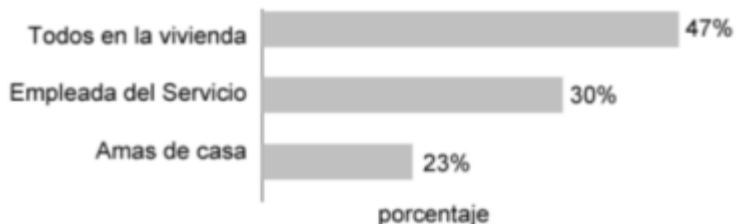
Aquí se puede apreciar la informalidad que se le da al manejo de los residuos sólidos aprovechables puesto que solo un 9% son comercializados, el resto se regala a un tercero, por otro lado para estas labores los conjuntos residenciales no llevan ningún registro estadístico sobre la recuperación de sus residuos.

¹⁶ ALCALDIA DE SANTIAGO DE CALI. Departamento Administrativo de Planeación Municipal. Manual. *Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos para el Sector Residencial-conjuntos Residenciales del Municipio de Santiago de Cali*. 2008. p 14-15

Gráfica 3. Realizan separación en la fuente



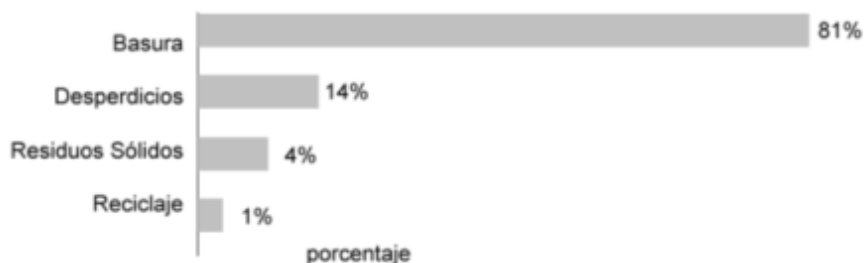
Gráfica 4. Responsabilidad de la separación de los RS en las viviendas



Fuente: ALCALDIA DE SANTIAGO DE CALI. Manual Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos para el Sector Residencial-Conjuntos Residenciales del Municipio de Santiago de Cali. Santiago de Cali, 2008. p 18

Analizando estos datos se puede observar que la labor de separación es realizada en un 47%, generalmente es realizada por algún integrante en la vivienda, el resto de labores es realizada por amas de casa, el hecho de que al interior de la vivienda no todos participen en la tarea de separar en la fuente hace difícil que el proceso se haga de forma correcta.

Gráfica 5. Nombre que se le destina comúnmente a los Residuos Sólidos



Fuente: ALCALDIA DE SANTIAGO DE CALI. Manual Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos para el Sector Residencial-Conjuntos Residenciales del Municipio de Santiago de Cali. Santiago de Cali, 2008. p 18

Con respecto a la manera en que las personas denominan a los residuos sólidos se puede observar que predomina el uso de la palabra basura, la cual tiende a relacionarse con aquello que ya no sirve, las implicaciones en esta denominación

recaen en que hace falta una educación y una reconstrucción del significado real que tienen los residuos para las personas, pues la mayoría desconoce la utilidad que tienen los residuos sólidos, solo un 4% los llaman residuos sólidos y dicen ser conocedores del tema y estar comprometidos con el ambiente

Considerando la situación actual del manejo de los residuos sólidos el PGIRS plantea unos principios para la adecuada gestión integral de los residuos en los conjuntos residenciales, estos principios son, en un primer lugar la Cultura Ciudadana, aquí se busca fomentar entre los residentes, empleados y visitantes de los conjuntos residenciales actitudes, comportamientos y prácticas favorables en la separación en la fuente; luego el principio de la Responsabilidad Ambiental, en este se busca reducir los impactos negativos derivados como consecuencia de los altos volúmenes de residuos sólidos generados; y por último el principio de Corresponsabilidad Social el cual busca propender por la vinculación de los recicladores organizados a los sistemas de GIRS como parte del componente técnico y logístico.

Además de estos componente el PGIRS para llevar a cabo estos principios establece una estructura básica la cual se conforma en primer lugar por el “Componente Administrativo” en el cual se compromete al administrador y a los entes directivos del conjunto residencial para desarrollar actividades que permitan y faciliten las condiciones óptimas para la gestión integral de los residuos sólidos; luego se plantea un “Componente técnico y logístico” en el cual se deben tener en cuenta los aspectos técnicos y de operación del sistema de gestión de residuos sólidos en los conjuntos residenciales, cuya responsabilidad es del administrador del conjunto residencial, quien debe estar al tanto de las actividades del Comité de Gestión de Residuos Sólidos; Por último el Componente de Información Educación y Comunicación en el cual se definen y desarrollan estrategias de información,

educación y comunicación, con el fin de fortalecer actitudes y prácticas favorables para el manejo adecuado de residuos sólidos en los conjuntos residenciales.¹⁷

Este Manual establece los parámetros técnicos y operativos para una gestión integral de los residuos sólidos en los conjuntos residenciales, tales como las especificaciones de las unidades de almacenamiento y también propone la manera en la que se presentan los residuos en la fase de separación en la fuente (ver Tabla 3).

Tabla 3. Separación de Residuos Sólidos del PGIRS en Conjuntos Residenciales

Material	Bolsa o recipiente	Tipo de residuos sólidos
Papel y Cartón	RECICLABLES Secos Azul	Periódicos, revistas, empaques, libros, cuadernos y similares.
Plástico		Envases de bebidas gaseosas , jugos, productos de limpieza y tetrapac
Vidrio y Metal		Botellas, frascos, y enlatados.
Residuos orgánicos	NO RECICLABLES Y ORGÁNICOS Húmedos Verde	Residuos de comida, cáscaras (frutas, verduras, huevos), semillas y
Otros		Residuos sanitarios o higiénicos, residuos de barrido, papel carbón, papel aluminio, icopor y servilletas. Envoltorios o empaques con restos de alimentos y bebidas.

Fuente: ALCALDIA DE SANTIAGO DE CALI. *Manual Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos para el Sector Residencial-Conjuntos Residenciales del Municipio de Santiago de Cali*. Santiago de Cali, 2008. p 18

De esta manera exponen la separación que se debería tomar al momento de almacenar los residuos sólidos, pero tal separación no permite evidenciar un posible aprovechamiento para los residuos orgánicos ya que los agrupa dentro de la bolsa verde la cual se denomina como “No Reciclables y orgánicos húmedos” los cuales van a terminar en un relleno sanitario. El manual es bastante claro con respecto a la separación y la articulación con el aprovechamiento de los residuos

¹⁷ ALCALDIA DE SANTIAGO DE CALI. *Manual Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos para el Sector Residencial-Conjuntos Residenciales del Municipio de Santiago de Cali*. Santiago de Cali, 2008

inorgánicos dentro de una gestión integrada, pero con respecto a los residuos orgánicos no especifican las maneras en las que se puede llevar a cabo la adecuada presentación de los residuos sólidos y las características técnicas que debe considerarse para su aprovechamiento.

Es necesario entonces para una gestión realmente integrada considerar aspectos técnicos y operativos que permitan considerar el aprovechamiento de los residuos orgánicos teniendo en cuenta que estos pueden ser reciclados, si bien el objetivo de la PGIRS es la reducción en los residuos que se producen, podría producirse un mayor impacto en la reducción considerando el aprovechamiento de los residuos orgánicos teniendo en cuenta que a nivel de volumen en los residuos sólidos que se producen estos ocupan más del 50%.

4.6 Problemática ambiental por los residuos sólidos

Para entender la incidencia de la problemática de los residuos sólidos es necesario vislumbrar aquellos antecedentes que han llevado a la humanidad a tomar acciones frente al manejo de los residuos sólidos y a los modelos de desarrollo.

Históricamente los primeros residuos producidos por el hombre eran de naturaleza biodegradable, los recursos que se tomaban de la naturaleza eran devueltos como parte de un ciclo mediante las heces y otros residuos orgánicos, la degradación de estos residuos no representaban mayores problemas para la naturaleza. (RODRÍGUEZ, LONDOÑO & GIOVANNI 2008)¹⁸

Sin embargo el crecimiento de las concentraciones humanas cada vez más numerosas causó que la cantidad de residuos que se producían aumentaran y que le fuera difícil a la naturaleza compensar su degradación y además se producían nuevos tipos de residuos de difícil degradación como el plástico.

¹⁸ RODRÍGUEZ Gloria, LONDOÑO Beatriz, HERRERA Giovanni J. Ciudades Ambientalmente Sostenibles. Universidad del Rosario. Bogotá, 2008 p 157

Durante el siglo XX el desarrollo y crecimiento de la industria de los países desarrollados gracias a la expansión de la economía de consumo que repercutió en el estilo de vida de las personas con la cultura del usar y tirar (ALCAIDE, 2012)¹⁹. De esta manera comienza a ser evidente la problemática de los residuos sólidos, puesto que estos modelos de desarrollo no tenían en cuenta los impactos generados por el aumento del consumo y el desperdicio representado en el incremento en la producción de residuos sólidos y por otra parte su disposición ya que la solución que tenían los países eran simplemente alejarlos de los centros urbanos sin que se diera tratamiento.

Frente a esta situación los diagnósticos ambientales que se han hecho a nivel mundial, regional y local sobre el inadecuado manejo de los residuos sólidos urbanos y el impacto generado en el deterioro de los recursos naturales han encontrado su base en la evidente falta de planificación organizada para una gestión ambiental sostenible (RODRÍGUEZ, LONDOÑO & GIOVANNI, 2008)²⁰.

De esta manera en 1992 en Río de Janeiro se llevó a cabo la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, en donde se formuló la Agenda 21 en la que se discutió acerca de la gestión ecológicamente racional de los residuos sólidos recalcando su importancia en la necesidad de mantener la calidad del medio ambiente de la Tierra y principalmente para lograr un desarrollo sostenible y ecológicamente racional en todos los países.²¹

La CNUMAD 1992 también expone que la gestión ecológicamente racional de los residuos sólidos debe ir más allá de la simple eliminación o el aprovechamiento

¹⁹ ALCAIDE ANGELES. *Residuos Sólidos Urbanos, una consecuencia de la vida*. Universitat Jaume I. 2012. [Consultado del 30 de abril de 2013] Disponible en internet en: [http://mayores.uji.es/datos/2011/apuntes/fin_ciclo_2012/residuos.pdf]

²⁰ RODRÍGUEZ Gloria, LONDOÑO Beatriz, HERRERA Giovanni J. Carrascal. Op.cit p.157

²¹ NACIONES UNIDAS. Documentos. Programa 21: Capítulo 21. [Consultado el 20 de abril de 2013] Disponible en internet en: <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spchapter21.htm>

por métodos seguros de los residuos, por lo que debe resolverse la causa fundamental del problema intentando cambiar las pautas no sostenibles de producción y consumo.

Para el año 2005 la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS) estableció que la gestión integrada de los residuos sólidos debía incorporar las directrices de las Convenciones Internacionales vigentes, Convención de Cambios Climáticos, Convención de Basilea y Objetivos del Desarrollo del Milenio. También expresó que para cambiar el panorama de los residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe era necesario avanzar hacia una gestión integrada sostenible y participativa, considerándola como un concepto en construcción e interdisciplinario el cual se presenta en los siguientes tres niveles.

Un primer nivel se refiere a las etapas de la administración, es decir, generación, acondicionamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final con recuperación energética de reciclables o biomasa.

Un segundo nivel es en el que la administración pública debe buscar la intersectorialidad, es decir, la articulación de los diferentes sectores de gobierno involucrados con la cuestión de los residuos sólidos tanto en la esfera municipal, como en relación a las esferas públicas provinciales, regionales y federales.

Por último el tercer nivel presupone la implicación de múltiples agentes sociales en acciones coordinadas por el poder público, es decir, buscar la inter institucionalidad que envuelva gobierno, sector privado y sociedad.²²

Por medio de la integración de estos tres niveles la AIDIS (2005) plantea que se pueden establecer estrategias articuladas que permitan incluir el concepto de la sostenibilidad dentro de lo social, ambiental, económico y la salud para el manejo integral de los residuos sólidos.

²² ASOCIACIÓN INTERAMERICANA DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL-AIDIS- y CENTRO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIONES PARA EL DESARROLLO – IDRC-. Directrices para la Gestión Integrada y sostenible de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe. Sao Pablo, Brasil: AIDIS, 2005.p.16

Dentro de los impactos negativos que causan el inadecuado manejo de los residuos se encuentran los impactos medioambientales en los cuales se ven comprometidas la alteración del equilibrio del entorno, los impactos dependen de las condiciones a las que se exponen los residuos sólidos dentro del entorno natural.

Para los impactos medioambientales causados por los residuos sólidos según el Banco Interamericano de Desarrollo BID (1997)²³ se pueden identificar los siguientes impactos:

Contaminación del recurso hídrico: Esta contaminación es producida por el vertimiento de residuos sólidos que no son tratados a las fuentes hídricas, alterando las condiciones físicas y químicas del agua subterránea y el agua superficial, dándose el incremento de la carga orgánica, disminuyendo el oxígeno presente en el agua.

Esta contaminación es causada indirectamente por los lixiviados y escorrentías generados en la disposición final de los residuos sólidos los cuales tienen alto contenido de sustancias tóxicas que se filtran por el suelo hasta llegar a los ríos.

Contaminación atmosférica: Esta contaminación está relacionada con la emisión deliberada de gases tóxicos a la atmosfera en los sitios de disposición final de los residuos sólidos, estos gases son el producto de la descomposición de estos residuos que se encuentran mezclados con otros tipos de residuos lo que contribuye a que se incremente su nivel de toxicidad.

También generan contaminación atmosférica aquellos gases tóxicos producto de la quema de los residuos sólidos a campo abierto sin ningún equipo de control adecuado, es necesario entonces para evitar o reducir la contaminación en la

²³BID. Banco Interamericano de Desarrollo. Diciembre. *Guía para Evaluación de Impacto Ambiental Para Proyectos de Residuos Sólidos Municipales*.1997 P.11-13
[Consultado el 20 de abril de 2013] Disponible en internet en:
<http://www.ingenieroambiental.com/newinformes/eiaguiaresiduossolidos.pdf>

atmosfera que la incineración y tratamiento de los gases generados por los residuos sólidos se haga de manera controlada y con los equipos adecuado.

Contaminación del suelo: La contaminación del suelo se produce en los sitios en donde se disponen los botaderos a cielo abierto y en algunos rellenos sanitarios en los cuales la descarga y acumulación de residuos se realiza en zonas frágiles e inestables o en depresiones en el suelo causadas por erosión, en estos lugares es frecuente que se generen derrumbes en aquellos que se encuentran ubicados en pendientes.

La contaminación del suelo también es producida por sustancias que se filtran de los residuos sólidos acumulados como microorganismos patógenos, sustancias tóxicas y metales pesados que están presentes en los lixiviados que afectan las propiedades del suelo.

Impactos negativos en la salud: Los residuos sólidos dispuestos en vertederos a cielo abierto sin ningún tratamiento se convierten en fuente de transmisión de enfermedades, las cuales pueden ser contagiadas indirectamente a los humanos por medio de vectores como ratas o moscas que se alimentan de estos residuos o directamente a las personas que realizan labores de recolección de manera informal y sin la protección adecuada al interior de estos lugares, ellos están expuestos al contacto directo con los residuos y los gases que estos emanan.

Las enfermedades se pueden propagar también por las fuentes hídricas o por alimentos que son contaminados por moscas y otros vectores que han tenido contacto con los residuos sólidos, además de los sitios de disposición final el inadecuado manejo de los residuos sólidos en los hogares pueden aumentar las posibilidades del contagio de enfermedades.

Las personas más susceptibles al contagio de enfermedades son aquellas que viven en asentamientos que no cuentan con un sistema de recolección de basuras, también aquellas personas que se alimentan de restos de alimentos que son extraídos de la basura.

4.7 Las 3R

4.7.1 Reciclaje

Para llevarse a cabo el reciclaje es necesario someter a los residuos sólidos aprovechables generados a una serie de procesos industriales para que por medio de su transformación físico, química y biológica se genere como resultado la producción de materiales que pueden introducirse de nuevo al ciclo productivo, de esta manera se logra reducir la cantidad de materia prima que se debe extraer de los recursos naturales.

Existen dos tipos de reciclaje, el primario y el secundario, en el primario se genera un ciclo cerrado, es decir que el material reciclado se utiliza para producir productos del mismo tipo, por ejemplo el papel reciclado que es utilizado para elaborar de nuevo el mismo producto. El reciclaje secundario o de ciclo abierto se refiere a aquel proceso en donde el material reciclado es transformado para crear productos en donde al material se le da un nuevo uso, tal es el caso del uso de botellas de plástico recicladas para crear una silla (BOADA, 2003)²⁴.

Para considerar al reciclaje dentro de la Gestión de Residuos Sólidos es necesario tener disponibles las herramientas tecnológicas para el proceso de transformación de los residuos sólidos aprovechables, también es importante separar estos residuos desde la fuente que los genera, ya que de esta manera se contribuye a la reducción en el gasto energético que se genera en la separación mecánica de los residuos sólidos en la disposición final además el material reciclable se encuentra mezclado con otros materiales que poseen condiciones que pueden afectar la calidad del material, como por ejemplo el papel que no puede ser reciclado cuando se encuentra mezclado con residuos orgánicos, deteriorándose por la humedad de la materia orgánica.

²⁴BOADA, ALEJANDRO. *EL RECICLAJE, UNA HERRAMIENTA NO UN CONCEPTO REFLEXIONES HACIA LA SOSTENIBILIDAD*. Universidad Externado de Colombia. Bogotá. 2003

4.7.2 Reutilización

La reutilización se refiere a la utilización de un producto desechado para darle el mismo uso o uno nuevo, en esta fase el producto reusado no sufre un proceso de transformación físico, pues en esta fase se pretende evitar el gasto energético y aprovechar las propiedades del residuo tal cual como se dispone, estos pueden ser modificados para adaptarlos a nuevas aplicaciones.

La reutilización está relacionada con la prevención en la producción de residuos, por lo cual se adoptan medidas como el re uso de envases, *“Tradicionalmente el sector de las bebidas y los alimentos líquidos ha sido el que mayor proporción de reutilización de los envases ha desarrollado. Sin embargo, el sistema que se ha aplicado durante muchos años ha empezado a desaparecer debido a los nuevos hábitos de consumo y a la implantación de nuevos sistemas de distribución.”*²⁵

4.7.3 Reducción

La reducción en la producción de residuos urbanos es tomada como una las primeras estrategias que debe ser tomada para conseguir la disminución en la generación de residuos sólidos y también de la cantidad de sustancias peligrosas y contaminantes.²⁶

Para llevar a cabo la reducción como estrategia para la gestión de los residuos, deben establecerse acuerdos entre la administración pública, los sectores productivos y demás actores involucrados en la recuperación y reutilización en el origen por medio de planes, políticas y programas, el desarrollo e investigación orientados a mejorar la reciclabilidad de los residuos.

²⁵ Ibídem

²⁶ LECITRA Micaela. *Reducir, Reutilizar y Reciclar: El problema de los residuos sólidos urbanos*. GEIC Grupo de Estudios Internacionales Contemporáneos. 2010. p. 11

4.8 Aprovechamiento de residuos orgánicos biodegradables

Muchas veces el destino final que se le dan a los residuos sólidos orgánicos no permiten su adecuado manejo, condiciones a las que están expuestos como los rellenos sanitarios o vertederos a cielo abierto no permiten que estos se degraden de forma natural causando que los nutrientes de los cuales están compuestos no puedan ser recuperados o aprovechados puesto que se mezclan con otros residuos que los contaminan.

“Como idea fundamental, debemos insistir en que todos los materiales orgánicos siguen siendo susceptibles de ser aplicados a los suelos, ya que pueden ser fuente de vida nueva, aportando energía y renovación de materia orgánica y nutrientes.”²⁷

Los residuos orgánicos que se producen en la naturaleza se reintegran al ecosistema por descomposición natural, pero para el caso de aquellos que se producen dentro de las ciudades, deben someterse a tratamientos para que puedan ser reintegrados al medio natural como abono o también para la generación de energía, puesto que las características del entorno construido dentro de la ciudad no les permiten degradarse fácilmente.

A continuación se describirán aquellos tratamientos que se realizan a estos residuos, los cuales buscan su aprovechamiento ya sea la reintegración al medio ambiente en forma de nutrientes o para la generación de energía, de esta manera el tratamiento de los residuos orgánicos biodegradables se convierte en posibles soluciones a la problemática de su inadecuado manejo y también la reducción del este tipo de residuos en los rellenos sanitarios.

²⁷ NAVARRO Pedreño, MORAL Herrero & GÓMEZ Lucas, MATAIX Beneyto. *Residuos Orgánicos y Agricultura*. Universidad de Alicante. España, 1995. p 8

4.8.1 Tratamiento biológico

4.8.1.1 Compostaje

El compostaje es un proceso de degradación de la materia orgánica a través de la actividad de microorganismos que se alimentan de ella, transformando a su vez las condiciones físicas y químicas de la materia orgánica permitiendo su estabilización, el proceso de degradación puede darse en presencia de oxígeno conocido como compostaje aerobio y sin oxígeno conocido como compostaje anaerobio, al final de estos procesos de degradación la materia orgánica se transforma en un sustrato orgánico llamado compost, el cual es un abono orgánico rico en nutrientes tales como el Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K) que son comúnmente utilizados en los fertilizantes que se pueden utilizar en la agricultura o en la jardinería.²⁸

También podemos encontrar definiciones más concretas de lo que es compostaje como la planteada en la Norma Técnica Colombiana NTC-5167, en donde se define como el proceso de oxidación aerobia de materiales orgánicos que conduce a una etapa de maduración y que luego se convierten en un recurso orgánico estable y seguro para ser utilizado en la agricultura.

Otra definición concreta es la que plantea el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial de Colombia²⁹ donde define al compostaje como el proceso biológico en presencia de oxígeno, más frecuentemente utilizado para la transformación de la fracción orgánica (residuos de jardín, residuos sólidos domésticos separados en la fuente) de los residuos sólidos domésticos a un material único estable conocido como compost.

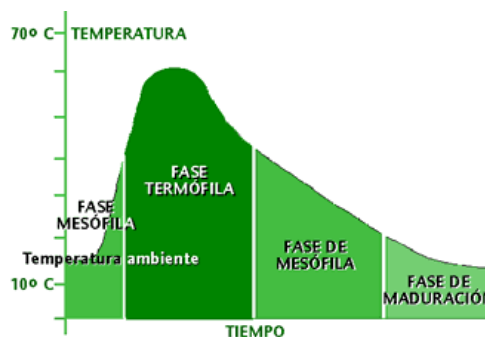
²⁸ NAVARRO Pedreño, MORAL Herrero & GÓMEZ Lucas, MATAIX Beneyto. Residuos Orgánicos y Agricultura. Universidad de Alicante. España, 1995. p 8

²⁹ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. (2000-2006). *Reglamento técnico del sector de agua potable, saneamiento básico y ambiental (RAS)*. Bogotá D.C., Colombia.

El proceso de compostaje puede dividirse en cuatro etapas, atendiendo a la evolución de la temperatura:³⁰

- Mesófila: La masa vegetal está a temperatura ambiente y los microorganismos mesófilos se multiplican rápidamente. Como consecuencia de la actividad metabólica la temperatura se eleva y se producen ácidos orgánicos que hacen bajar el pH, la temperatura de esta etapa se encuentra entre los 10 °C a 40°C.
- Termófila: Cuando se alcanza una temperatura de 40 °C, los microorganismos termófilos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco y el pH del medio se hace alcalino. A los 60 °C estos hongos termófilos desaparecen y aparecen las bacterias esporógenas y actinomicetos. Estos microorganismos son los encargados de descomponer las ceras, proteínas y hemicelulosas.
- De enfriamiento: Cuando la temperatura es menor de 60 °C, reaparecen los hongos termófilos que re invaden el mantillo y descomponen la celulosa. Al bajar de 40 °C los mesófilos también reinician su actividad y el pH del medio desciende ligeramente.
- De maduración: Es un periodo que requiere meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización del humus.

Gráfica 6. Etapas del Compostaje



Fuente: www.fundase.com

³⁰SANZ, Jose Luis. *COMPOSTAJE. I) AEROBIO. II) BIOMETANIZACIÓN (COMPOSTAJE ANAEROBIO)*. Resumen de Seminario. Microbiología Ambiental UAM [Consultado el 25 de marzo de 2013] Disponible en Internet en: <http://www.cbm.uam.es/jlsanz/docencia/archivos/Resumen27.pdf> p.2

Parámetros del proceso

El proceso de compostaje se basa en la actividad de microorganismos que viven en el entorno, estos son responsables de la descomposición de la materia orgánica. Para que estos microorganismos puedan vivir y desarrollar la actividad para descomponer la materia orgánica son necesarias unas condiciones óptimas de temperatura, humedad y oxigenación.

Son muchos y muy complejos los parámetros que intervienen en el proceso biológico del compostaje, estando a su vez influenciados por las condiciones ambientales, tipo de residuo a tratar y el tipo de técnica de compostaje empleada. Los parámetros más importantes son:

- **Temperatura**

Los microorganismos obtienen la energía necesaria para su desarrollo mediante la oxidación del carbono presente en la masa a compostar. Parte de esa energía es utilizada en su metabolismo y el resto se elimina en forma de calor, aumentando la temperatura de la masa.³¹

Cada grupo de microorganismos necesitan una temperatura óptima para su desarrollo y a partir de una temperatura decrece su actividad.

- **Aireación**

La aireación es uno de los principales parámetros a controlar en el proceso de compostaje aeróbico. Cuando como consecuencia de una mala aireación la concentración de oxígeno alrededor de las partículas baja a valores inferiores al 20% (concentración normal en el aire), se producen condiciones favorables para el inicio de las fermentaciones y las respiraciones anaeróbicas.

En la práctica, esta situación se diagnostica por la aparición de olores nauseabundos, producto de respiraciones anaeróbicas (degradación por la vía de putrefacción, generación de di hidruro de azufre SH₂) o fuerte olor a amoníaco

³¹.SZTERN Daniel, PRAVIA Miguel. *Manual para la elaboración de compost. Bases conceptuales y procedimientos*. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Buenos Aires. 2008. [Consultado el 15 de Mayo de 2014] Disponible en internet en:[<http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/PNGIRSU/file/Documentos/Bases%20conceptuales%20para%20la%20elaboracion%20de%20compost.pdf>]

producto de la amonificación. En una masa en compostaje con una adecuada C/N, estas condiciones de anaerobiosis se producen por exceso de humedad o bien por una excesiva compactación del material. En estas situaciones, se debe proceder de inmediato a suspender los riegos y a la remoción del material y a la reconfiguración de los camellones.³²

- **Humedad**

El contenido en agua del material a compostar es muy importante ya que los microorganismos solo pueden utilizar las moléculas orgánicas si están disueltas en agua y además el agua favorece la migración y la colonización microbiana.

Si la humedad es baja, el proceso de compostaje reduce su velocidad llegando incluso a detenerse. La actividad biológica comienza a disminuir a niveles de humedad de 40%, por debajo de 20% no existe prácticamente actividad. Por el contrario, una humedad alta acompañada de una inadecuada porosidad original la disminución de la transferencia de oxígeno, siendo éste insuficiente para la demanda metabólica y reduciéndose, por tanto, la actividad microbiana aeróbica. Este hecho puede provocar la aparición de malos olores, la generación de lixiviados y la pérdida de nutrientes. El rango óptimo de humedad se encuentra entre un 40-60%, aunque este rango puede variar en función de la naturaleza del material.³³

- **pH**

El pH es un parámetro que condiciona la presencia de microorganismos, ya que los valores extremos son perjudiciales para determinados grupos. Para conseguir que al inicio del compostaje la población microbiana sea lo más elevada posible hay que trabajar con pH cercanos a 7. Un pH extremo no es impedimento para el proceso, pero si lo es para su cinética, dificultando la puesta en marcha, el tipo de

³² Ibídem

³³ BARRERA Raquel. *Compostaje de residuos sólidos orgánicos. Aplicación de técnicas respirométricas en el seguimiento del proceso*. DEPARTAMENTO D'ENGINYERIA QUIMICA. Universitat Autònoma de Barcelona. Barcelona.2006. P.20

reacciones y la velocidad, si bien con el tiempo aparece una cierta capacidad tampón del residuo causado por la formación de CO_2 y amoníaco.³⁴

Además de condicionar la vida microbiana el pH es indicador de la evolución del proceso. Así, al inicio, el pH puede disminuir debido a la formación de ácidos libres, pero a lo largo del proceso aumenta por el amoníaco desprendido en la descomposición de las proteínas³⁵. De esta manera las subidas bruscas de pH pueden facilitar la liberación de nitrógeno amoniacal, ya que un pH básico extremo afecta los equilibrios ácido-base que influyen en la conservación del nitrógeno.

- **Relación Carbono Nitrógeno**

El carbono y el nitrógeno son los dos constituyentes básicos de la materia orgánica. Por ello para obtener un compost de buena calidad es importante que exista una relación equilibrada entre ambos elementos. Teóricamente una relación C/N de 25-35 es la adecuada, pero esta variará en función de las materias primas que conforman el compost. Si la relación C/N es muy elevada, disminuye la actividad biológica. Una relación C/N muy baja no afecta al proceso de compostaje, perdiendo el exceso de nitrógeno en forma de amoníaco. Es importante realizar una mezcla adecuada de los distintos residuos con diferentes relaciones C/N para obtener un compost equilibrado.³⁶

Residuos orgánicos biodegradables que se pueden compostar

Según el Taller de Técnicas de Compostaje planteado por la Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación³⁷ se plantean los siguientes residuos orgánicos biodegradables que pueden ser utilizados para realizar

³⁴ SOLIVA Montserrat. *Compostatge i gestió de residuos orgànics*. Diputació de Barcelona. Barcelona. 2001.

³⁵ *ibídem*

³⁶ ³⁶ SANZ, Jose Luis. *COMPOSTAJE. I) AEROBIO. II) BIOMETANIZACIÓN (COMPOSTAJE ANAEROBIO)*. Resumen de Seminario. Microbiología Ambiental UAM [Consultado el 25 de marzo de 2013] Disponible en Internet en: <http://www.cbm.uam.es/jlsanz/docencia/archivos/Resumen27.pdf> p.2

³⁷ FAO ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. *Taller – Técnicas de Compostaje*. Paraguay. 2012

compostaje, también plantea aquellos que se pueden adicionar con limitaciones y por últimos aquellos que no deben adicionarse al compost.

Materiales orgánicos sin problema

- Plantas del huerto o jardín
- Hojas caídas de árboles y arbustos
- Hierbas adventicias o mal llamadas "malas hierbas", (mejor antes de que hagan semillas)
- Estiércol de animales herbívoros y camas de corral
- Ramas trituradas o troceadas procedentes de podas (hasta unos 3 centímetros de grosor)
- Matas y matorrales
- Plantas medicinales
- Heno y hierba segada
- Césped (en capas muy finas y previamente desecadas)
- Mondas y restos de frutas y hortalizas
- Restos orgánicos de comida en general
- Alimentos estropeados o caducados
- Cáscaras de huevo (mejor trituradas)
- Posos de café (se pueden incluir los filtros de papel)
- Restos de infusiones
- Servilletas y pañuelos de papel (no impresos ni coloreados); mejor reciclarlos
- Cortes de pelo (no teñido)
- Lana en bruto o de viejos colchones (en pequeñas capas y mezclado)
- Restos de vino, vinagre, cerveza o licores
- Aceites y grasas comestibles (muy esparcidos y en pequeña cantidad)
- Cáscaras de frutos secos
- Materiales compostables con reservas o limitaciones

Materiales orgánicos con reserva o limitaciones

- Piel de naranja, cítricos o piña (pocos y troceados)
- Restos de carnes, pescados, mariscos, sus estructuras óseas y caparazones
- Patatas estropeadas, podridas o germinadas
- Virutas de serrín (en capas finas)
- Papel y cartón (sin impresión de tintas en colores); mejor reciclarlos
- Ramas, hojas de tuya y ciprés (muy pocas, troceadas y pre humedecidas)

No añadir nunca al compost

- Materiales químicos-sintéticos
- Materiales no degradables (vidrio, metales, plásticos)
- Aglomerados o contrachapados de madera (ni sus virutas o serrín)
- Tabaco (cigarros, puros, picadura), ya que contiene un biocida potente como la nicotina y diversos tóxicos
- Detergentes, productos clorados, antibióticos

4.8.1.2 Biodigestión

La Biodigestión o Digestión Anaeróbica consiste en un proceso biológico complejo, el cual es desarrollado por microorganismos anaerobios, es decir, que trabajan en ausencia de oxígeno transformando la materia orgánica (residuos domésticos, estiércoles, efluentes industriales, restos de cosechas, etc.) en biogás o gas biológico y se obtiene un efluente biofertilizante o bioabono rico en nutrientes, está constituido por la fracción que no alcanza a fermentarse y por el material agotado. El biogás está compuesto principalmente por metano (CH₄) y anhídrido carbónico (CO₂), conteniendo otros gases en pequeñas concentraciones y vapor de agua.³⁸

Este proceso se desarrolla de manera natural en el tracto intestinal de los animales en los pozos negros, en el gas de los pantanos y en los vertederos de

³⁸UADER. Qué es la Biodigestión. Universidad Autónoma de Entre Ríos. Buenos Aires. [Consultado el 30 de abril de 2013] Disponible en Internet en: <http://fcyt.uader.edu.ar/web/system/files/QU%C3%89%20ES%20LA%20BIODIGESTI%C3%93N.pdf>

residuos municipales. En los Biodigestores se reproduce este proceso de digestión de manera controlada y con objetivos específicos.

4.8.1.3 Lumbricultura

Para este proceso de degradación se usan organismos no microscópicos como las lombrices de tierra para transformar los residuos en un material orgánico estabilizado.

Su función es la de aprovechar las sustancias contenidas en el residuo para su nutrición produciendo al mismo tiempo cambios en su composición y características físicas y químicas formando un material orgánico más estabilizado. Este no es más que el conjunto de las deyecciones de estos animales y sustancias no digeridas por ellos, que produce una materia fertilizante equilibrada en nitrógeno, fósforo y potasio, y que es capaz de estimular la vida microbiana del suelo a la vez de favorecer mejoras sobre el estado físico.³⁹

4.8.2 Tratamiento térmico

4.8.2.1 Incineración

La incineración es el proceso de reducción de residuos sólidos (del orden de 90% en volumen y 75% en peso) a material inerte (escoria y cenizas) y a productos oxidados mediante la combustión. Provoca la descomposición de las sustancias por vía térmica, mediante la oxidación a temperaturas elevadas (760°C o más) destruyendo la fracción orgánica de los residuos y reduciendo su volumen considerablemente.⁴⁰

³⁹ NAVARRO Pedreño, MORAL Herrero & GÓMEZ Lucas, MATAIX Beneyto. Residuos Orgánicos y Agricultura. Universidad de Alicante. España, 1995. p.55

⁴⁰ MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Guía para selección de tecnologías de manejo integral de residuos sólidos. Bogotá. 2002. p.110

Ventajas

- Es empleado extensamente en el mundo y reduce el volumen de los residuos aproximadamente en 90% del original.
- La posibilidad de recuperación de energía en forma de calor es cada vez más popular, esto hace que se disminuyan los costos de operación de los equipos descontaminantes.
- Los residuos que se queman sólo para reducir su volumen (sin recuperación de energía), no necesitan combustible auxiliar, excepto para el arranque.
- Requieren relativamente poco espacio, en comparación con el requerido para un relleno sanitario.
- Es la mejor opción para el tratamiento de residuos altamente persistentes, tóxicos e inflamables, como es el caso de plaguicidas, solventes, aceites no recuperables y diversos productos farmacéuticos.

Desventajas

- Necesitan de equipos de control de emisiones gaseosas, en función al tipo y toxicidad de los residuos, lo que encarece su instalación. Por eso su uso se vuelve bastante limitado.
- Los costos de adquisición y operación son altos. Esto limita el uso de incineradores reflejando además una tarifa de manejo y tratamiento de residuos más elevados.
- Restricciones en cuanto a su localización, según las normas ambientales (decreto 948 de 1995) ningún municipio o distrito podrá, dentro del perímetro urbano, autorizar el establecimiento o instalación de una fuente fija de emisión de contaminantes al aire en zonas distintas de las habilitadas para usos industriales.
- Si su objeto es la producción de vapor de agua o el contenido de residuos es insuficiente, es necesario un combustible complementario (para el caso siempre gas).

- Deben satisfacer los estándares de emisión fijados por la norma y ceñirse a los requerimientos de permisos expedidos por autoridades ambientales.
- La eliminación de residuos líquidos del drenaje de pisos, el agua de extinción y el efluente de lavadores, son un problema, al igual que la descarga de cenizas por metales pesados en rellenos sanitarios
- La extracción de partículas finas tóxicas emitidas a la atmósfera es un proceso difícil.

4.8.2.2 Termólisis

La Termólisis o Fusión es un sistema basado en el concepto de valoración energética de los residuos sólidos pero con una tecnología mucho más moderna y segura; incluyen instalaciones que transforman en 99% todos los residuos que producimos en gas de síntesis que puede ser utilizado para alimentar la instalación propiamente dicha, producir energía, además de gas se produce materia inerte (granulados que pueden utilizarse en la construcción o en la industria metalúrgica)⁴¹.

Ventajas

- No se presenta un impacto ambiental significativo, ya que no genera emisiones tóxicas y molestas para la población, no produce ni olores ni ruido.
- Demanda baja disponibilidad de espacio
- Los productos que genera pueden ser reutilizados en la industria, presenta un interesante ahorro financiero que se traduce en un menor costo de tratamiento por tonelada en comparación con los sistemas conocidos.

⁴¹ MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Guía para selección de tecnologías de manejo integral de residuos sólidos. Bogotá. 2002. p.119

- Produce valores de emisión de sustancias dañinas (dioxinas, furanos y metales pesados) muy por debajo de los límites especificados por las leyes internacionales de la Unión Europea y de los límites que impone la EPA en los Estados Unidos.
- Garantiza la destrucción total de dioxinas y otros compuestos orgánicos sin producir cenizas, escorias o polvos de filtración.

Desventajas

- Fundamentalmente elevados costos de adquisición y mantenimiento.

4.8.2.3 Pirolisis

Consiste en la descomposición térmica de la materia orgánica en ausencia o con defecto de oxígeno, en este proceso se utiliza una fuente de combustible externa para conducir las reacciones en un ambiente libre de oxígeno. El proceso de pirolisis genera tres componentes, el primero es una mezcla de gases que contiene hidrogeno, metano, monóxido de carbono y diversos gases; el segundo es una fracción líquida que consiste en un flujo de alquitrán o aceite; por ultimo un sólido conformado por carbón casi puro.⁴²

Ventajas

- Procesamiento de todo tipo de residuos: domésticos, industriales y tóxicos
- No produce emisiones gaseosas contaminantes, ni cenizas o partículas volátiles.
- Los residuos sólidos del proceso no necesitan disposición final, ya que pueden ser reutilizados constituyéndose en una fuente de ingresos.
- El gas sintético producido también se puede utilizar en múltiples aplicaciones.

⁴² MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Guía para selección de tecnologías de manejo integral de residuos sólidos. Bogotá. 2002. p. 115

- De los métodos térmicos convencionales, es el que presenta más ventajas en términos de desarrollo tecnológico.

Desventajas

- Tecnología reciente, que todavía no ha alcanzado su plena madurez comercial y por lo tanto, conlleva un factor de inseguridad.
- La cantidad de residuos finales es mayor que la de un incinerador.
- Incluye componentes especializados como prensa de alta capacidad y una planta de producción de oxígeno.
- Es necesario hacer separación de residuos problemáticos como metales, pilas y baterías entre otros.
- Las altas temperaturas de operación imponen altos requisitos técnicos y físicos a los materiales utilizados, aumentando el desgaste y los costos de mantenimiento.
- Sus costos de construcción y operación, son más altos que los de una planta de incineración convencional.

5 MARCO CONTEXTUAL

5.1 COMUNA 22

Para construir el marco contextual de este proyecto es necesario conocer muy bien el contexto en el cual vamos a intervenir desde el diseño industrial. Los referentes bibliográficos estudiados serán herramientas para entender este contexto y poder describir sus características.

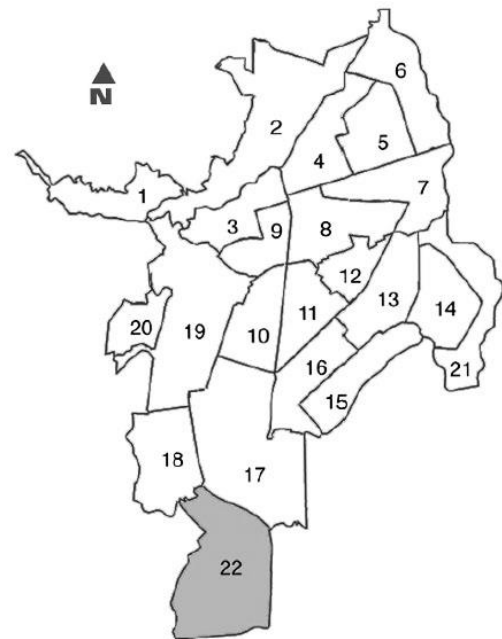
Mediante esta investigación se busca entender muy bien que elementos constituyen el contexto para poder así proponer alternativas de diseño que se adapten realmente a las necesidades del contexto, en este caso la comuna 22.

A continuación se describe la investigación realizada a los referentes bibliográficos estudiados, entre ellos caracterizaciones realizadas a la comuna por instituciones gubernamentales como el Departamento Administrativo de Planeación Municipal y por instituciones medioambientales como el DAGMA, y también por instituciones educativas como la Pontificia Universidad Javeriana y la Universidad ICESI ubicados en esta comuna.

Estos referentes nos permitirán conocer las características geográficas, demográficas y también conocer la situación actual sobre el manejo de sus residuos sólidos

La comuna 22 está ubicada en el sur de la

Gráfica 7. Mapa de Cali por comunas



Fuente: Departamento Administrativo de Planeación Municipal

ciudad. Está delimitada por el sur por el corregimiento de Pance, al occidente por los corregimientos de la Buitrera y Pance y al norte con las comunas 18 y 17. Al oriente de la comuna se encuentra el corregimiento El Hormiguero.⁴³

La comuna 22 cubre el 8,8% del área total del municipio de Santiago Cali con 1.058,9 hectáreas⁴⁴ y está compuesta por un barrio y cuatro urbanizaciones o sectores

Tabla 4. Barrios, urbanizaciones y sectores de la comuna 22

Código	Barrio, Urbanización o sector
2201	Urbanización Ciudad Jardín
2296	Parcelaciones Pance
2297	Urbanización Río Lili
2298	Ciudad Campestre
2299	Club Campestre

Fuente: Departamento Administrativo de Planeación Municipal

Las características que conforman los ecosistemas de la comuna 22 ,dependen de su ubicación en el piedemonte de la vertiente oriental de la cordillera occidental que se conecta a través de los ríos, algunos corredores y parches dispersos de vegetación con áreas mejor conservadas hacia pisos más altos como el paisaje de Ladera, la zona de Amortiguación⁴⁵ del Parque Nacional Natural Farallones de Cali, la Zona de Reserva Forestal Municipal y a través de ella con el Parque mismo y hacia la zona plana con la Zona de Protección Ambiental del río Cauca que alberga

⁴³ ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI. *Plan de Desarrollo 2008-2011. Comuna 22*. Municipio Santiago de Cali

⁴⁴ ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI, DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACIÓN. Cali en Cifras 2006. Santiago de Cali, 2006. p. 111.

⁴⁵ Las zonas de amortiguación son aquellas áreas adyacentes a los límites de las Áreas Naturales Protegidas que conforman espacios de transición entre las zonas protegidas y el entorno. Su establecimiento intenta minimizar las repercusiones de las actividades humanas que se realizan en los territorios inmediatos a las Áreas Naturales Protegidas

algunos reductos de humedales tales como Marañón y El Estero pertenecientes al sistema de Cauca Seco ⁴⁶.

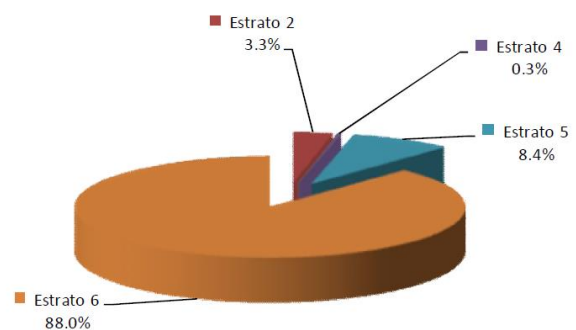
Estos ecosistemas se encuentran en constante transformación, gracias a que las actividades antrópicas y su rápida expansión comienzan a alterarlos; Las características medioambientales en la zona constituyen un factor importante para el enriquecimiento de la biodiversidad con la que no cuentan las demás comunas de la ciudad.

La ubicación estratégica de la comuna 22 influye decisivamente en el enriquecimiento de especies de flora y fauna que se encuentran cohabitando con seres humanos y sus asentamientos sobre el territorio como instituciones educativas, unidades de vivienda, establecimientos comerciales, vías, etc.

Actualmente en la comuna se presenta una intensa actividad constructora. Mediante el Plan de Ordenamiento Territorial la comuna pasó de ser una zona rural a un área suburbana gracias a la expansión poblacional y territorial que demanda la ciudad. Actualmente se empiezan a desarrollar con auge proyectos de urbanización como la construcción de conjuntos residenciales en apartamentos o en casas. ⁴⁷

Esta comuna cuenta con la densidad poblacional más baja de la ciudad coinciden a su vez con la concentración del estrato 6 en esta zona como puede observarse en la siguiente gráfica. Antiguamente la comuna nació siendo un suburbio urbano de pocas casas

Gráfica 8. Distribución de los Lados de las Manzanas de la Comuna 22 por estratos



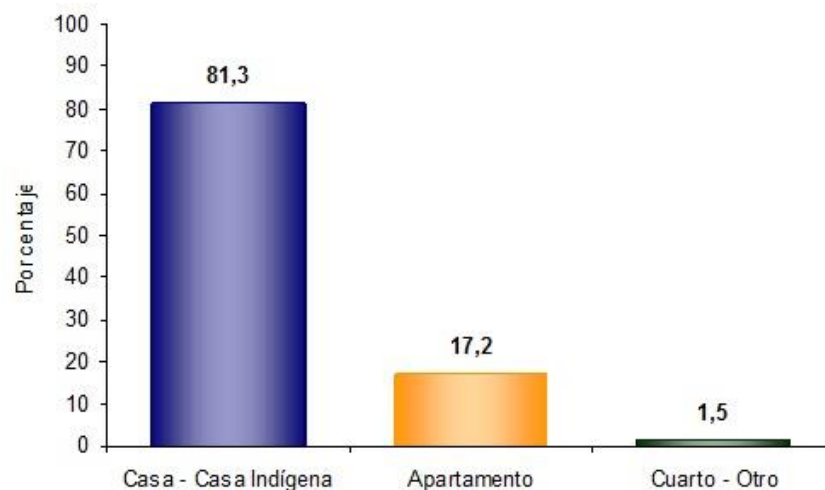
Fuente: Departamento Administrativo de Planeación Municipal

⁴⁶ UNIVERSIDAD ICESI. Cali. *CARACTERIZACION DE LAS AREAS DE CONSERVACION Y PROTECCION AMBIENTAL EN LA COMUNA 22 B.P. 42323*. INFORME FINAL. Facultad de Ingeniería. Marzo de 2010

⁴⁷ ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI, DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACIÓN MUNICIPAL. *Plan de Ordenamiento Territorial. Acuerdo 069 de 2000*. Santiago de Cali, Octubre de 2000. p. 80

construidas, casas con grandes zonas de terreno. Las características paisajísticas de la zona les permitieron a los habitantes de la comuna contar con grandes territorios para la construcción de sus viviendas, en su mayoría casas y algunos conjuntos residenciales de casas. Según el DANE 2015 el 81,3% de las viviendas de la comuna 22 son casas como se muestra en la siguiente gráfica:

Gráfica 9. Tipo de vivienda en la comuna 22



Fuente: DANE 2005

Con la actualización del Plan de Ordenamiento Territorial se estableció el cambio de uso de suelo de propiedad horizontal a propiedad vertical, actualmente se permite la construcción de grandes edificios y establecimientos comerciales. Antes solo se permitía el uso de suelo para la propiedad horizontal por lo cual solo se construían casas, pero con el cambio de uso de suelo se comenzaron a desarrollar proyectos de vivienda en edificios para comenzar a densificar la comuna 22.⁴⁸

Dada las necesidades habitacionales actuales de la comuna 22 se desarrollan varios proyectos de urbanización que contribuyen a una rápida expansión de los asentamientos urbanos hacia los ecosistemas naturales, los cuales se encuentran rodeados por un área suburbana que rápidamente comienza a expandirse

⁴⁸ Según se plantea en el Plan de Ordenamiento Territorial el corredor de Cali – Jamundí es actualmente la única zona de expansión con que cuenta la ciudad.

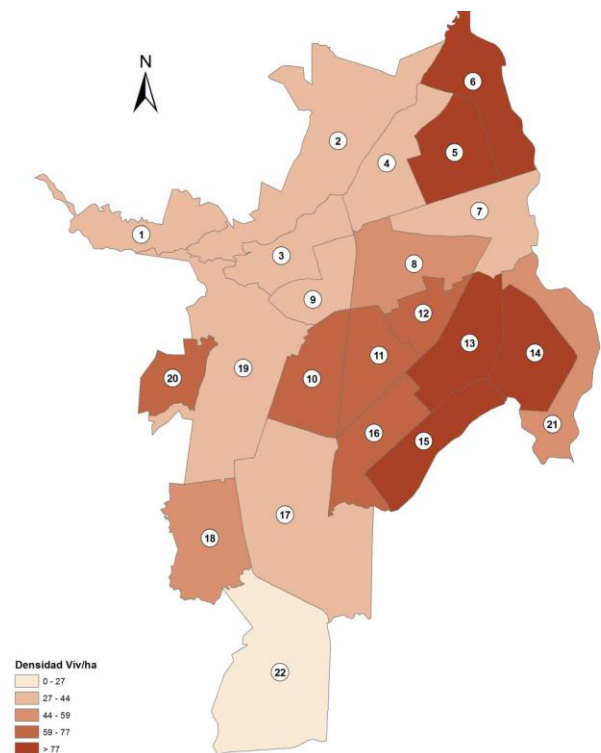
De acuerdo con la investigación realizada a referencias bibliográficas que caracterizan la comuna 22 y también al Plan de Ordenamiento Territorial, se observó que en la comuna no hay un plan de expansión urbana que considere el impacto que se genera sobre el medio ambiente, por lo tanto es cada vez mayor la población en riesgo por amenazas naturales como deslizamiento de tierra o inundación de predios por las fuertes lluvias o incluso erosión del suelo por las temporadas de sequía.

La comuna 22 está conformada por 2.407 viviendas, lo cual corresponde al 0,5% del total de viviendas de Santiago de Cali. Es la comuna con el menor número de viviendas. Por lo que el número de viviendas por hectárea es 2,3 cifra muy inferior a la densidad de viviendas para el total de la ciudad que es de 41,6 viviendas por hectárea. Dentro de las características habitacionales de las viviendas de la comuna 22 que originalmente se construyeron se puede destacar que en gran parte pertenecen a conjuntos residenciales de casas, las cuales cuentan con amplias áreas de zona verde a diferencia de las viviendas que se ubican más al interior de la ciudad.

El Plan de Ordenamiento territorial ordenó la re densificación de la comuna por medio de la construcción de conjuntos residenciales de edificios.

La transformación que ha sufrido la comuna gracias a la construcción de viviendas en edificios y la expansión de los asentamientos urbanos alteran los ecosistemas

Gráfica 10. Densidad de vivienda por comuna 2012



Fuente: Cali en Cifras 2013

naturales existentes en la comuna. Los líderes de la comuna declaran que los espacios de movilidad son cada vez más restringidos y que la dinámica barrial ha sido modificada notablemente las últimas dos décadas. Dentro de las problemáticas que se señalan en la comuna 22 están:

1. Servicios públicos deficientes
2. Dificultad para la movilidad, accesibilidad y conectividad.
3. Deterioro del medio ambiente y del paisaje.
4. Carencia e invasión del espacio público.
5. Construcción de viviendas sin planificación.
6. Uso indiscriminado del territorio para actividades diferentes a la naturaleza y características de la Comuna.⁴⁹

Ahora bien siguiendo con las problemáticas presentes en la comuna 22 existe una problemática que afecta bastante el desarrollo y preservación del medio ambiente como lo es el manejo inadecuado de los residuos sólidos en el sector.

En la comuna no se realiza un manejo adecuado de los residuos sólidos, producto de la falta de capacitación y la ausencia de un proyecto educativo capaz de concientizar a la comunidad sobre la importancia de un adecuado depósito de los residuos y también de apropiarse e interiorizar normas y procesos en el manejo de los mismos. Esta problemática se evidencia, por ejemplo, en la falta de implementación de la cultura de reciclar y clasificar desde la fuente.⁵⁰

Los habitantes de la comuna tienen poco conocimiento y claridad sobre el potencial de recuperación y aprovechamiento de los residuos sólidos, desconocen la normatividad ambiental y no perciben esta problemática como un asunto personal, es decir, no hay un reconocimiento de deberes y derechos al respecto y por el contrario hay permisividad en conductas nocivas para el medio ambiente como puede observarse en la quema indiscriminada de podas en el sector, que contamina

⁴⁹ Documento de presentación de la Comuna 22, generado por la Asociación de Juntas de Acción Comunal de la Comuna 22. Octubre de 2007.

⁵⁰ ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI. *Plan de Desarrollo 2008-2011. Comuna 22.* Municipio Santiago de Cali

el oxígeno del ambiente y también el vertimiento de residuos sólidos a los afluentes hídricos.

Esta situación descrita señala que la comunidad no identifica ni relaciona los bienes de consumo como generadores de residuos sólidos, por lo tanto, al no realizar un manejo adecuado de estos desechos, no se está reconociendo ni asumiendo la gravedad del impacto socio-ambiental y sanitario, lo cual indica que prevalece el interés particular sobre el colectivo, desconociendo responsabilidades y obligaciones con la comuna.⁵¹

Por otra parte, el tratamiento inadecuado que se le da a los residuos sólidos en la comuna, han causado que material con alto potencial de reciclaje pierden su valor al no ser separado desde la fuente. Los residuos sólidos al no ser presentados de forma correcta para su recolección pueden correr el riesgo de no ser aprovechados por su contaminación y deterioro, lo que no deja otra alternativa que su disposición final sea un relleno sanitario. Imposibilitando a su vez toda la labor de recuperación que realizan los recicladores informales.

Actualmente en la comuna 22 y en otras comunas de la ciudad se han comenzado a conformar asociaciones de reciclaje formadas por grupos de recicladores informales, como el caso de ARAC 22, ellos son una asociación de recicladores encargados de la recolección de residuos sólidos aprovechables de la comuna 22 como el vidrio, plástico, papel y cartón en casas y conjuntos residenciales.

⁵¹ ibídem

El reciclaje informal o las asociaciones realizan un papel importante para el aprovechamiento de los residuos sólidos de la ciudad puesto que permiten reducir la cantidad de residuos que llegan a los rellenos sanitarios.⁵²

Actualmente la recolección de los residuos sólidos de la comuna 22 es realizada por la empresa de aseo Promoambiental, quienes se encargan de recolectar y transportar los residuos sólidos de la comuna al relleno sanitario Colomba – El Guabal en Yotóco.

Promoambiental está encargada de la recolección de los siguientes residuos sólidos: residuos ordinarios, residuos orgánicos y residuos de barrido.

La comuna 22 produce otros residuos sólidos como las podas de árboles y el césped. Algunos conjuntos residenciales y casas del sector contratan el servicio de la recolección con la empresa Promoambiental o con empresas privadas de aseo; las características paisajísticas del lugar como la cantidad de árboles y zona verde, hacen que se generen constantemente residuos de podas.

Se da frecuentemente en esta comuna la práctica de la incineración no controlada de residuos de podas, razón por la cual se frecuentan olores fuertes por la combustión de este tipo residuos al aire libre. Contaminando así el oxígeno que respiran los habitantes de esta comuna y afecta también a la flora y la fauna del sector.

⁵² Vale la pena resaltar que las personas pertenecientes a estas asociaciones sustentan sus hogares con la venta y el comercio de los residuos que otras personas no utilizan.

6 CONTEXTO NORMATIVO

6.1 Legislación sobre la gestión de residuos sólidos

La legislación existente en Colombia referente a la Gestión de los Residuos Sólidos es amplia, con respecto a leyes, normas técnicas, resoluciones y decretos, Para efectos de la investigación se mencionara aquella normativa con respecto a los temas que tienen que ver con el manejo de los Residuos Sólidos en Colombia,

- **LEY 99 DE 1993**

Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental –SINA y se dictan otras disposiciones.

- **Política para la Gestión Integral de Residuos. 1997**

La Política para la Gestión Integral de Residuos (GIRS) presentada en el año 1997 por el Ministerio del Medio Ambiente y aprobada por el Consejo Nacional Ambiental, establece principios básicos, objetivos específicos y estrategias de trabajo conjunto, con el objeto fundamental de impedir o minimizar de manera eficiente los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente que ocasionan los residuos sólidos y peligrosos, en especial minimizar la cantidad y la peligrosidad de los que llegan a los sitios de disposición final, contribuyendo a la protección ambiental eficaz y al crecimiento económico.

- **Decreto 1713 de 2002**

Establece normas orientadas a reglamentar el servicio público de aseo en el marco de la gestión integral de los residuos sólidos ordinarios, en materias referentes a sus componentes, niveles, clases, modalidades, calidad, y al régimen de las personas prestadoras del servicio y de los usuarios.

Modificado por el Decreto 1505 del 4 de junio de 2003, en relación con los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS.

- Resolución 1045 del 26 de septiembre de 2003

Planteada por el Ministro de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Por la cual se adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS, y se toman otras determinaciones.

6.2 Legislación sobre unidades de almacenamiento

- DECRETO N° 1140 Mayo 7 de 2003

Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con el tema de las unidades de almacenamiento, y se dictan otras disposiciones.

Dentro de las disposiciones para las unidades de almacenamiento de los residuos sólidos se plantea.

1. Los acabados deberán permitir su fácil limpieza e impedir la formación de ambientes propicios para el desarrollo de microorganismos en general.
2. Tendrán sistemas que permitan la ventilación como rejillas o ventanas; y de prevención y control de incendios, como extintores y suministro cercano de agua y drenaje.
3. Serán construidas de manera que se evite el acceso y proliferación de insectos, roedores y otras clases de vectores e impida el ingreso de animales domésticos.
4. Deberán tener una adecuada accesibilidad para los usuarios.
5. La ubicación del sitio no debe causar molestias e impactos a la comunidad.
6. Deberán contar con cajas de almacenamiento de residuos sólidos para realizar su adecuada presentación.

6.3 Legislación sobre servicio de aseo

- LEY 142 DE 1994

Elaborada por Congreso de la República de Colombia. Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios donde se incluye el servicio público de aseo y se dictan otras disposiciones.

- DECRETO 605 de 1996

Reglamenta la Ley 142 de 1994 en lo referente a la prestación del servicio público domiciliario de aseo. Establece condiciones para la prestación del servicio público domiciliario de aseo (recolección, transporte y disposición final).

- RESOLUCION CRA 151 DE 2001

Regulación integral de los servicios públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo. En el interior de esta resolución se determinan los procesos normativos y acciones para la medición, aforo de costos y tarifas para la prestación de los servicios públicos a los usuarios, además se plantean las metodologías a seguir por las empresas que prestan el servicio de aseo para que los procedimientos sobre la facturación cumplan con las normativas planteadas, de esta manera pueden ser vigiladas y reguladas por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico.

7 ESTADO DEL ARTE

7.1 Sistemas de aprovechamiento de residuos orgánicos biodegradables en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá

De acuerdo con el diagnóstico realizado en el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Regional - PGIRS Regional 2005-⁵³, en el Valle de Aburrá se generan aproximadamente 2.400 ton/día de residuos sólidos, sin incluir los escombros, de los cuales el 59% son orgánicos con posibilidades de aprovechamiento mediante procesos de compostaje, lombricultura y digestión anaeróbica, lo que equivale a 1.435 ton/día (43.050 toneladas/mes) y de ellos, el 70% (1.005 ton/día) son aportados por el sector residencial. Los efectos negativos y costos económicos que acarrearán los residuos orgánicos biodegradables, se hacen visibles por la generación de lixiviados, formación de Gases de Efecto Invernadero (GEI), como el metano y dióxido de carbono, malos olores, contaminación de aguas y suelos y alto rechazo de comunidades a los rellenos sanitarios, por lo cual cada vez se hace más necesario y pertinente, prevenir estos daños e impactos con proyectos preventivos, como el aprovechamiento con sistemas de compostaje y lombricultura, en sistemas de pequeña, mediana o gran escala.

De esta manera, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, ha venido desarrollando acciones enfocadas al aprovechamiento de la porción orgánica de los residuos que son generados en la región, mediante la técnica de compostaje y lombricultura, en más de 340 proyectos de pequeña escala (20 kg/ día, hasta 5 ton/día), en los municipios de su jurisdicción, proceso en el cual, ACODAL Noroccidente, ha intervenido en 3 oportunidades y en cerca de 310 de ellos, desde el año 2010, hasta comienzos del 2013.

⁵³ AREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ. *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Regional del Valle de Aburrá*. Valle de Aburrá. 2005

En Antioquia y el Área metropolitana del valle de Aburrá, los proyectos de residuos orgánicos se han incrementado, resultado de experiencias de compostaje a pequeña escala, la implementación de los PGIRS municipales y diversos proyectos gestionados, apoyados y financiados por instituciones nacionales, departamentales, regionales y locales.

En el balance regional entre los proyectos de pequeña escala promovidos por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, en los años (2009-2012), mediante la técnica de compostaje se pueden destacar los siguientes⁵⁴:

- Operación de los centros de compostaje de residuos orgánicos en cuatro corregimientos del municipio de Medellín: Altavista, Santa Elena, San Antonio de Prado y San Cristóbal.
- Ampliación de la planta de aprovechamiento de residuos orgánicos en los corregimientos de Altavista y San Antonio de Prado.
- 150 sistemas de aprovechamiento de residuos orgánicos en Girardota, 41 sistemas en Sabaneta y 40 en los otros siete municipios de jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, para un total de 231 sistemas de pequeña escala, desarrollados a diciembre del 2011.
- En el sector residencial, se pusieron en operación 55 sistemas de aprovechamiento de residuos orgánicos en 38 urbanizaciones; con la aplicación del Desarrollo Tecnológico Bio reactor Autónomo de Compostaje.
- Se implementaron 111 nuevos sistemas de aprovechamiento de orgánicos mediante convenio CA 445 de 2012 con ACODAL en los 9 municipios de influencia del Área Metropolitana distribuidos así: 18 en Barbosa, 16 en Bello, 9 en Caldas, 1 en Copacabana, 9 en Girardota, 13 en Itagüí, 18 en La Estrella y 27 en Medellín. En el mismo convenio se fortalecieron 194 sistemas existentes en todos los municipios, que ya habían sido intervenidos por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá en procesos anteriores. Este convenio se ejecutó a finales del 2012 y principios del 2013.

⁵⁴ AREA METROPOLITANA VALLE DE ABURRÁ. *Manual de Compostaje Manual de Aprovechamiento de Residuos Orgánicos a través de Sistemas de Compostaje y Lombricultura en el Valle de Aburrá*. ACODAL Asociación de Ingeniería Sanitaria y Medio Ambiente. Valle de Aburrá. 2013

La estrategia de creación de pequeños sistemas de aprovechamiento de residuos orgánicos ha arrojado muy buenos resultados, ya que entre otros aspectos ha logrado que los generadores separen los residuos en la fuente, se aprovecha el material que deja de llegar a los rellenos sanitarios y se convierte en abono para uso comunitario.

Es importante resaltar que con estos sistemas de aprovechamiento se han implementado nuevas tecnologías que han desmitificado diferentes imaginarios creados sobre los tipos de residuos que se pueden transformar, tipos de montaje de estos sistemas, tiempos en los procesos de obtención de compost, la no generación de lixiviados, moscas y roedores, la no necesidad de adición de químicos, bacterias similares y la obtención de un producto de buena calidad fisicoquímica, de acuerdo con los análisis de laboratorio realizados con base en los parámetros definidos en la NTC 5167.

La estrategia de aprovechamiento de residuos orgánicos se debe llevar a cabo a escala grande, mediana o pequeña. A gran escala el PGIRS Regional plantea la realización de estudios y definición de posibles sitios para la ubicación de plantas compostadoras en el Valle de Aburrá, sin embargo, aún no se tienen las condiciones tecnológicas y económicas para desarrollar un macro proyecto para el aprovechamiento de la parte orgánica de los residuos.

En el Área Metropolitana del Valle de Aburrá se han dado diferentes formas de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos que han contribuido a la disminución de los residuos sólidos que van a los rellenos sanitarios. Se pueden clasificar en las siguientes experiencias:

- Compostaje en corregimientos del municipio de Medellín.
- Propuesta biotecnológica implementada en el municipio de Sabaneta.

- Compostadores compactos
- Compostaje en El Guacal.
- Lombricultivo en diferentes sectores del área rural y urbana.
- Compostaje en pilas en diferentes sectores del área rural y urbana.
- Compostaje con compartimentos en el sector rural del municipio de Girardota.
- Paca biodigestora en instituciones con áreas verdes.

7.1.1 Proyecto de Aprovechamiento de residuos orgánicos biodegradables en la zona urbana del Valle de Aburrá

En el Área Metropolitana del Valle de Aburrá se viene desarrollando un proyecto interinstitucional entre el Área metropolitana y la Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (ACODAL) seccional noroccidente, llamado Proyecto Piloto de Aprovechamiento de residuos orgánicos biodegradables en la zona urbana del Valle de Aburra en el cual se busca aplicar sistemas de aprovechamiento en urbanizaciones que permitan reducir la cantidad de volumen de los residuos orgánicos biodegradables que terminan en el relleno sanitario, para este proyecto se realizaron varias fases, en la fase piloto se seleccionaron 7 urbanizaciones y se montaron 13 sistemas de compostaje, en la segunda fase se seleccionaron 29 urbanizaciones y se montaron 43 sistemas de compostaje, y en la tercera fase se seleccionaron 15 urbanizaciones y se montaron 31 sistemas de compostaje

Tabla 5. Resultados del modelo de aplicación: 2010-2011

FASE	URBANIZACIONES	SISTEMAS DE COMPOSTAJE EN OPERACIÓN
PILOTO	7	13
II	29	42
III	15	31
TOTAL	50	86

Fuente: SEPULVEDA Luis Aníbal. Modelo tecnológico para el aprovechamiento de residuos orgánicos biodegradable en complejos residenciales y turísticos. ACODAL ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL. SECCIONAL NOROCCIDENTE. Área Metropolitana del Valle de Aburrá

Para la selección de las urbanizaciones se tuvieron en cuenta los siguientes criterios de selección⁵⁵:

- Deben estar en un rango de 50 a 80 apartamentos.
- Tener un área disponible para el montaje de la compostera de aproximadamente: 20 a 25 m², con piso duro en cemento y cubierto, por lo menos en el área donde estará ubicada.
- Disponibilidad de recursos para las adecuaciones físicas.
- Disponibilidad del operario o la persona encargada del proceso.
- Expresar formalmente y por escrito su disposición de participar activa y decididamente, con la aprobación del CONSEJO DE ADMINISTRADORA, en el desarrollo del proyecto.
- Preferencia a las unidades residenciales que posean el Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos (PMIRS).
- Preferencia a las unidades residenciales que hayan participado en programas relacionados con el manejo y la separación de residuos sólidos con el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) y/o con los Municipios.
- Preferencia a las unidades residenciales que hayan asistido a jornadas que haya programado el Área Metropolitana del Valle de Aburrá para explicar los alcances, objetivos y partes del proyecto.
- Permitir hacer visita de inspección física de las condiciones mínimas requeridas.
- Compromisos de las urbanizaciones seleccionadas con las responsabilidades que implica el proyecto, explicando claramente los beneficios del proyecto.
- Diseño y suscripción de instrumentos de compromisos.
- Sensibilización y capacitación para la separación de los residuos orgánicos en las residencias y definición de las rutas de recolección del residuo orgánico al interior de la urbanización.

⁵⁵ SEPULVEDA Luis Aníbal. Modelo tecnológico para el aprovechamiento de residuos orgánicos biodegradable en complejos residenciales y turísticos. ACODAL ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL. SECCIONAL NOROCCIDENTE. Área Metropolitana del Valle de Aburrá

- Construcción y dotación de la unidad de compostaje residencial para la urbanización seleccionada.
- Capacitación y entrenamiento del personal de recolección-operación de la unidad de compostaje.

En el proceso de compostaje dentro de la urbanización, se dan las siguientes actividades:

- Control rutinario de parámetros físicos de temperatura y pH.
- Determinación de cantidades aprovechadas, producto y características del proceso y producto obtenido.
- Entrega de compost a los residentes.
- Utilización del compost obtenido en la jardinería interna de la urbanización y/o comercialización. Socialización de resultados.

Para el desarrollo del Proyecto se realizaron charlas de sensibilización y capacitación de separación en la fuente con los miembros de cada uno de los apartamentos. Luego se entregaron los composteros (diseñados por Acodal), los insumos y equipos necesarios para iniciar la fase definitiva, en la cual se lleva a la práctica el proceso hasta su última etapa de obtener compost, de manera inicial, la persona lleva su bolsa de residuos orgánicos hasta un lugar determinado, luego se vacía y se mezcla con viruta de madera, se carga la compostera y allí permanece el producto por 24 días. Luego, pasa a maduración de seis a ocho días y, finalmente, se obtiene el abono.

La compostera tiene las siguientes características que la hacen funcional en el proyecto de aprovechamiento de residuos orgánicos⁵⁶:

- Capacidad para 3000 litros equivalentes a 1500 kg de residuos orgánicos. Para la generación de residuos sólidos de 80 apartamentos aproximadamente.

⁵⁶ Ibídem

- Dividida en 4 compartimentos, lo que permite el compostado ininterrumpido de las fracciones orgánicas que van llegando al sistema.
- De difícil acceso a insectos y roedores.
- En el proceso no se generan líquidos lixiviados ni malos olores.
- Permiten la aireación convectiva permanente del residuo.
- Fácil procedimiento de llenado y vaciado
- Están fabricadas por materiales resistentes a los procesos que se desarrollan en su interior; polipropileno 100% reciclado.
- Es estéticamente agradable, por lo que su ubicación en el sector residencial se hace más fácil.
- Tiene ruedas para la movilidad y permite el aseo de la zona de compostaje.
- Permite obtener el compost entre 30 a 35 días.

Figura 1. Composteros usados en las urbanizaciones



Fuente: SEPULVEDA Luis Aníbal. *Modelo tecnológico para el aprovechamiento de residuos orgánicos biodegradable en complejos residenciales y turísticos*. ACODAL ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL. SECCIONAL NOROCCIDENTE. Área Metropolitana del Valle de Aburrá

A continuación algunas imágenes del proceso paso a paso que se lleva a cabo para realizar el aprovechamiento de los residuos orgánicos biodegradables en las urbanizaciones que hacen parte del proyecto, en este caso la urbanización Prados del Duque:

Figura 2. Proceso de aprovechamiento de residuos orgánicos biodegradables en el conjunto residencial Prados del Duque



Entrega de Residuos Orgánicos



Pesaje de Residuos Orgánicos



Mezcla de los Residuos Orgánicos



Disposición de los Residuos Orgánicos en el compostero



Medición de la temperatura



Retiro de producto para la maduración



Maduración



Cernido



Empaque y entrega del compost

Fuente: SEPULVEDA Luis Aníbal. *ESTRATEGIA Y MODELO TECNOLÓGICO DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS BIODEGRADABLES EN CONTEXTOS URBANOS*. ACODAL Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Medio Ambiente. Expo Residuos 2013 V Feria y Seminario Internacional Gestión Integral de Residuos Sólidos y Peligrosos.

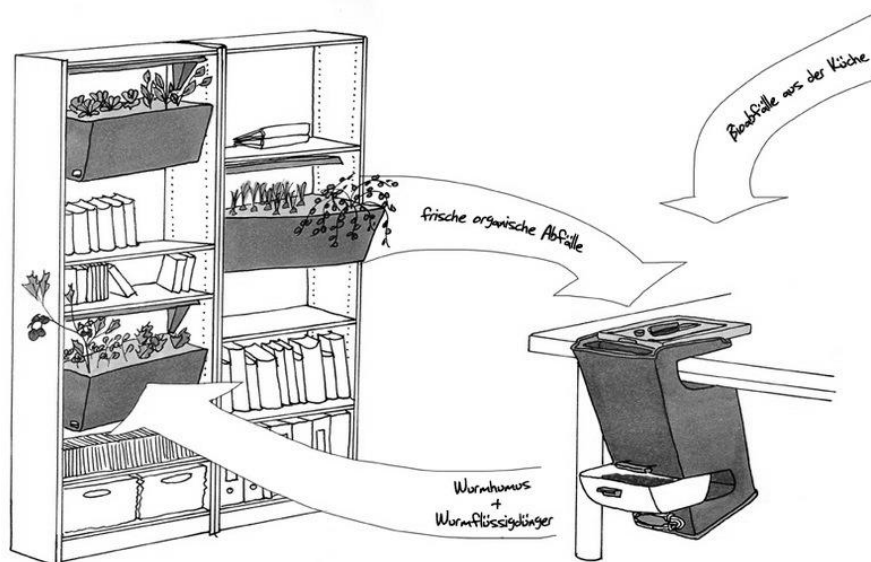
8 ESTADO DE LA TÉCNICA

El siguiente es el desarrollo de una exploración del estado de la técnica relacionado con sistemas de aprovechamiento de residuos orgánicos, se presentaran entonces algunos de los tipos de sistemas que existen en la actualidad para ser sometidos al análisis y poder evidenciar en ellos los problemas o ventajas que presentan sus maneras de resolver las necesidades con respecto a las operaciones y usos para llevar a cabo el aprovechamiento de los residuos orgánicos biodegradables, por otro lado se analizaran también la proyección de los productos, es decir, la manera en que cada empresa o diseñador comprendió la problemática de la gestión de los residuos orgánicos biodegradables, reflejado en la instrumentalización que cada uno propone.

8.1 Parasite Farm

Parasite Farm o Granja parásito es un proyecto cuyo diseño fue desarrollado por dos diseñadores Alemanes Charlotte Dieckman y Nils Ferber en el seminario “La Agricultura y la Ciudad” dictado por el profesor Harald Gründl en Hamburgo.

Figura 3. Parasite Farm



Fuente: <http://charlottedieckmann.de/parasite-farm/>

Nociones Proyectuales

La Granja Parasito fue desarrollada por sus diseñadores motivados por su preocupación con el crecimiento de las Ciudades y la desaparición de la práctica del cultivo en la sociedad, pues como afirman ellos aproximadamente el 80% de la población en Alemania habitan en las Ciudades, por otro lado el crecimiento de la Agricultura Industrial dejando tan solo un 5.8 del área cultivada de manera sostenible.⁵⁷

Estas nociones llevan a que estos diseñadores propongan un sistema de cultivo y compostaje al interior de las viviendas de la zona Urbana de Alemania, en el cual los usuarios puedan cultivar sus propios alimentos y además compostar los desperdicios sólidos orgánicos domiciliarios para volverlos en nutrientes, generar lo que ellos denominan un Ciclo de Nutrientes que van desde los residuos orgánicos a los nutrientes (Abono y Fertilizante Orgánico), y de los nutrientes a los alimentos (Hortalizas).

La Granja Parasito no es un sustituto de las pilas de compost que se realizan en los Basureros y rellenos sanitarios para tratar los residuos orgánicos ya que simplemente no se pueden utilizar la totalidad de los residuos orgánicos en el interior de un compostador doméstico.

Instrumentalización

La Granja parasito está compuesta por dos partes, el sistema de compostaje y el área de Cultivo, la capacidad de la Granja parasito es de 1 o 2 personas.

⁵⁷ CHARLOTTE DIECKMANN. Parasite farm. 2013. [Consultado del 30 de abril de 2013] Disponible en internet en:[<http://charlottedieckmann.de/parasite-farm/>]

- **Sistema de Compostaje:** El principio de este sistema es el vermicompostaje, el cuál es un sistema de cultivo basado en el trabajo de degradación de los residuos orgánicos hecho por la lombriz roja californiana y por microorganismos bajo condiciones Aeróbicas, es decir, en presencia de oxígeno. Formalmente está compuesto por un recipiente plástico (Vermicompostero) el cuál es adaptable a superficies de trabajo o mesas, la tapa del recipiente es una tabla de corte de alimentos.

Su interior está compuesto por

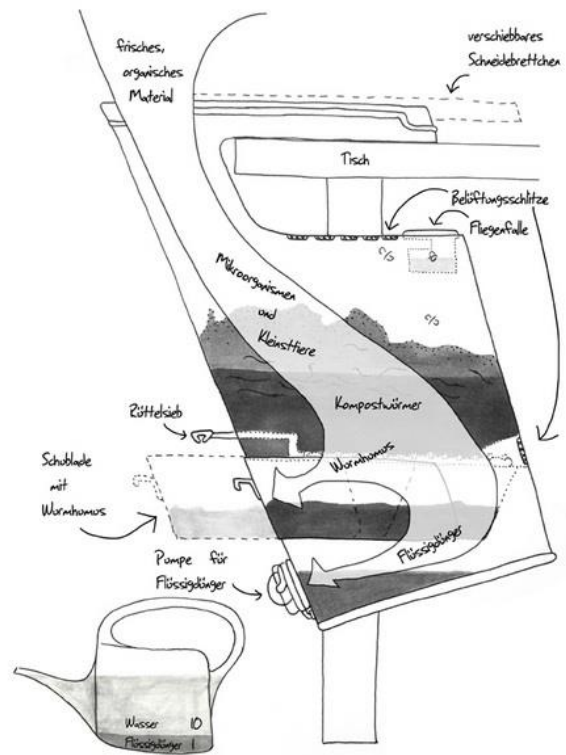
una fase, en la cual se encuentran las lombrices y los residuos orgánicos, el sistema cuenta con un recipiente en donde se encuentra almacenado el abono resultante, en la parte inferior un sistema de administración de lixiviado húmico (Fertilizante Orgánico) que posee una manguera para ser depositado en una regadera.

- **Área de cultivo:** Está compuesta por varios recipientes plásticos adaptables en la estantería Billy de la empresa IKEA, además cuenta con iluminación artificial.

Ventajas

Con respecto al compostaje existen ventajas como se pueden observar en su descripción, como de la modulación de una fase con tapa para evitar el contacto del humano con los residuos orgánicos. Por otro lado el manejo y uso del lixiviado

Figura 4. Diagrama del compostero Parasite Farm



Fuente: <http://charlottedieckmann.de/parasite-farm/>

húmico son prácticos ya que posee una manguera con un sistema de bombeo para llevarlo directamente a la regadera sin contacto.

Implicaciones

Pueden analizarse algunas implicaciones negativas con respecto al uso y las operaciones que en él se llevan a cabo, en este caso la cercanía del recipiente del vermicompostador con la tabla de corte, ya que el trabajo de corte de los alimentos y la constante apertura de la tapa podría entorpecer el proceso de descomposición y además el control de la temperatura al interior del compostero.

Otra implicación negativa son la presencia de mosquitos pequeños o llamados también mosquitos de vinagre, si bien el diseño de la granja propone una trampa para mosquitos, no puede controlar, la salida de estos al ser abierta la tapa de corte. Respecto al área de cultivo, estos recipientes están diseñados con una configuración y medidas adaptables a una estantería específica, por lo cual no se podrían adaptar en otros muebles de diferentes dimensiones, además este sistema utiliza luz artificial lo que requiere un consumo energético diario; a diferencia de las plantas ornamentales las de alimento necesitan de la luz solar para poder crecer y desarrollarse de manera natural, la luz artificial podría entorpecer este proceso.

8.2 Nature Mill Composter Bin

Composter Bin es un compostador eléctrico fabricado por la empresa Nature Mill, puede ser usado al interior de las cocinas, preferiblemente en lugares secos.

Los residuos orgánicos biodegradables se descomponen en este compostador bajo condiciones Aeróbicas en presencia de Oxígeno y el aumento de su temperatura.

Figura 5. Composter Bin



Fuente:
http://www.naturemill.com/hiw_cabinet.html

Nociones Projectuales

Nature Mill se plantea el compostaje como un desarrollo importante en materia de sostenibilidad y de optimización de los residuos sólidos, reduciendo así el impacto en la cantidad de residuos sólidos en vertederos de basura, y en el transporte del residuo de los basureros domiciliarios a los rellenos sanitarios en camiones a Diesel o buques en el Mar.⁵⁸

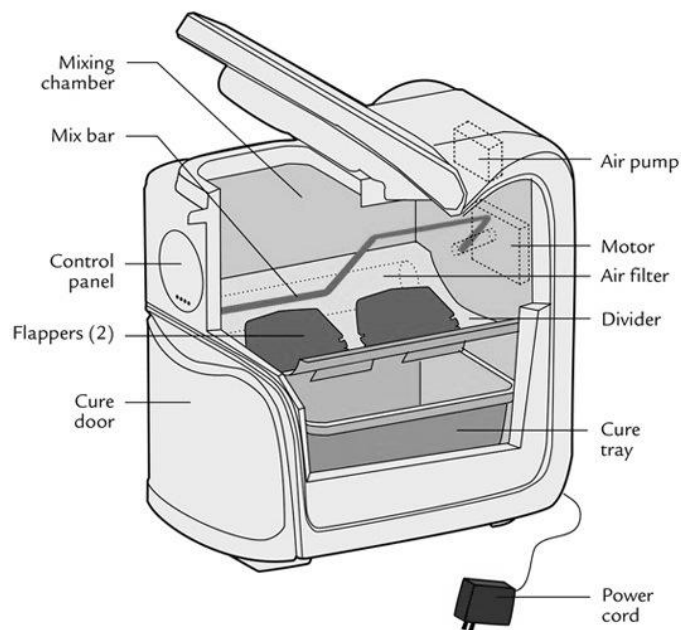
Ellos resaltan la importancia en la reducción de los costos en vertederos y en el transporte, en paralelo con el bajo costo del consumo de energía eléctrica del compostador.

Instrumentalización

El Composter Bin de Nature Mill es un sistema de compostaje por reactor. Es decir que en su interior se encuentra un mecanismo de molino que está constantemente girando con el residuo orgánico, su degradación es activada por el bicarbonato de carbono junto a la mezcla continua y una aspiradora con filtro para reducir la concentración de gases para permitir la oxigenación.

Cuando termina de revolver el residuo orgánico que se ha transformado en abono, la bandeja que soporta la zona del molino, se desmonta automáticamente para que el abono caiga en un recipiente donde están contenidos por un lado el abono y por otro el lixiviado rico en Nitratos.

Figura 6. Componentes del Composter Bin



Fuente: http://www.naturemill.com/hiw_diagram.html

⁵⁸ NATURE MILL. Compost made easy!. 2013.[Consultado el 30 de abril de 2013] Disponible en internet en:[<http://www.naturemill.com/earth.html>]

El compostador trabaja en altas temperaturas provocadas por la descomposición de los alimentos y la acción de microorganismos aeróbicos presentes en los mismos residuos, un extractor de aire con filtro hace que el proceso de oxigenación e incremento de la temperatura se den más rápido.

En sus productos utilizan tecnologías que ellos mismo desarrollan, como la patente de un filtro e innovación con el material plástico TEMPRENETm que puede ser reciclado.⁵⁹

Ventajas

Rapidez en el tiempo de producción de abono orgánico, aproximadamente 7 días con una capacidad de 2 a 4 galones. Gracias al sistema reactor, por otro lado, no emite olores, ni humedad, ya que es un sistema seco que puede ser utilizado en la cocina.

Por otro lado su uso es de fácil dominio, ya que cuenta con una interfaz donde se puede controlar la temperatura y el tiempo.

Implicaciones

A pesar del bajo costo del consumo eléctrico del compostador al año, se tiene que tener en cuenta que el objeto podría verse limitado en momentos de ausencia de electricidad.

Por otro lado dentro de la indagación de los compostadores en uso en la red, se lograron detectar muchas quejas por averías en el mecanismo, en lo que respecta a la bandeja interna de acero Inoxidable, y por otro lado quejas por el ruido molesto que emite; los compostadores de Nature Mill más ruidosos alcanzan 51db y los menos ruidosos alcanzan 47db.⁶⁰

La constante producción de residuos orgánicos sería un problema para el Composter Bin ya que al ser de una sola fase y de poca capacidad (2 a 4 Galones),

⁵⁹ Ibidem

⁶⁰ ibidem

tendrían estos que contenerse y administrarse aparte mientras el compostador convierte los residuos orgánicos en abono, para ser retirado y poder volver a llenarlo.

8.3 Vermicompostero Can -O- Worms

El Compostero Can -O- Worms es un sistema de vermicompostaje urbano que actúa en presencia de la lombriz roja Californiana, este sistema no genera malos olores ni goteos.⁶¹

Figura 7. Compostero Can -O- Worms



Fuente: <http://www.ecofriend.com/12-most-innovative-composting-systems.html>

Nociones Proyectuales

El Vermicompostero Can -O- Worms es fabricado por la empresa Abundant Earth, y es producido por ellos como respuesta a las actuales formas de hacer vermicompostaje realizados por medio de recipientes plásticos apilados en varias fases y agujereados para su ventilación. El compostero tiene estas características implementadas en un sistema de fácil montaje.

Por otro lado plantean el compostaje como una manera efectiva de aportar a la reducción de la producción de residuos orgánicos en los rellenos sanitarios, por otro

⁶¹ ABUNDANT EARTH. Can-O-Worms Worm Composter.2013.[Consultado el 30 de abril de 2013] Disponible en internet en:[<http://www.abundantearth.com/store/canoworms.html>]

lado una práctica sostenible y sustentable que ayuda a generar un abono apto para el mejoramiento de los suelos en jardinería y rico en nutrientes para las hortalizas.

Instrumentalización

El compostador Can -O- Worms está compuesto por 3 fases, una tapa y un soporte con grifo donde se sedimentan el lixiviado húmico generado por las lombrices y los nitratos presentes en los residuos orgánicos vegetales. Para el proceso de compostaje se utilizan otros residuos como el papel y el cartón con alto contenido de carbono, para equilibrar el pH y absorber la humedad emitida por los residuos orgánicos y también un poco de tierra y por último se agrega la lombriz californiana. Que ira degradando el material, a medida que se va produciendo constantemente los residuos orgánicos las fases se van alternando, para que las lombrices puedan desplazarse a las zonas donde lleguen nuevos residuos orgánicos.⁶²

Ventajas

Las diferentes 3 fases en este compostador permiten que el almacenamiento constante de residuos orgánicos y obtención del abono se puedan hacer al tiempo.

La configuración en el apilamiento de las fases permiten que no se filtren por fuera el lixiviado húmico, o la salida de la lombriz de tierra por fuera del compostero.

No requiere de consumo eléctrico.

Figura 8. Componentes compostero Can -O- Worms



Fuente: <http://www.ecofriend.com/12-most-innovative-composting-systems.html>

⁶² ibidem

Implicaciones

No puede recibir temperaturas frías ya que pueden morir las lombrices y el proceso de descomposición aeróbica se puede ver afectado, por otro lado el exceso de calor también puede afectar el desarrollo de la degradación por los microorganismos y lombrices.

Operativamente el proceso de cambio y alternancia de las fases se tornan tediosos en la práctica ya que toman de varios pasos, por otro lado requiere del constante contacto con las fases para observar y controlar el estado del compost.

8.4 EarthGreen SAC Sistema Autónomo de Compostaje

Sistema de compostaje orgánico domiciliario, que no produce lixiviados y que no necesitan de adición de enzimas para la degradación, inyección de calor o ventilación forzada.

Nociones Projectuales

EarthGreen SAC es un proyecto desarrollado por la Asociación de ingeniería sanitaria y medio ambiente (ACODAL) seccional Noroccidente dirigida por el ingeniero sanitario y de medio ambiente Luis Aníbal Sepúlveda, junto con el área Metropolitana del Valle de Aburrá han logrado desarrollar la implementación de este sistema de compostaje a nivel municipal, en el Valle de Aburrá han desarrollar proyectos en 9 municipios, gracias a las políticas se ha hecho efectivo la optimización de los residuos orgánicos y la reducción en los vertederos y rellenos sanitarios. Para ACODAL la meta es tener cubierto para el

Figura 9. Compostero SAC



Fuente: <http://earthgreen.co/portal/>

2020 el total del área metropolitana.⁶³

EL impacto del proyecto ha repercutido a nivel no solo social y ambiental sino también en el económico, ya que la producción del abono puede ser comercializada por parte de las personas encargadas en la recolección y tratamiento de los residuos orgánicos.

Instrumentalización

SAC están compuestos por una estructura cilíndrica hecha en plástico, con aberturas y mallas en las paredes para permitir la oxigenación y evaporación de la humedad, en el interior se encuentra una tubería que atraviesa todo el cilindro por el centro desde la parte inferior hasta la parte superior, esta tubería permite oxigenar el interior del compostaje. Contienen dos puertas una en la parte superior para carga y otra en la parte inferior para descarga del abono orgánico listo para ser usado.

Ventajas

Estos sistemas de compostaje no requieren de consumo eléctrico, tampoco de ningún tipo de encimas ni aditivos, por otro lado, la buena oxigenación permite que se evaporen los líquidos y que no haya producción de lixiviados.

Tienen mayor capacidad a diferencia de los otros sistemas analizados ya que pueden contener hasta 200 litros.

⁶³ EARTH Green Colombia. La tierra verde. *Compostadores para la ciudad y el campo*. 2014. Consultado el 15 de febrero de 2014] Disponible en internet en:[<http://www.earthgreen.com.co/>]

9 METODOLOGÍA

Enfoque Investigativo

El proyecto comienza desde una investigación exploratoria en donde se identifican problemáticas generales sobre el inadecuado manejo de los residuos sólidos y sus consecuencias como las de tipo medioambiental en los rellenos sanitarios o de tipo económico debido a los trayectos que tiene que recorrer la basura que sale desde Cali hasta el Relleno Sanitario Colomba-Guabal en Yotóco, a partir de esta indagación de tipo exploratoria se comienzan a apreciar diferentes focos posibles de intervención, de esta manera se acotan los espacios de intervención con ayuda del desarrollo investigativo, por medio de la indagación de bibliografía primaria como la información recogida en los conjuntos residenciales o bibliografía de carácter secundario como los datos de los entes gubernamentales como el DAGMA o la caracterización de residuos sólidos de la ciudad.

Posteriormente después de plantear los espacios de intervención, en este caso los conjuntos residenciales, comienza entonces una fase de observación en la cual se determinan las posibles problemáticas y necesidades en estos lugares.

Es así como se desarrolla un mapa conceptual con los diferentes conceptos que se manejan en el proyecto. Se toma como base 3 pilares, el contexto, el usuario y la necesidad.

Contexto: Santiago de Cali, Plan de Gestión Integral de los Residuos Sólidos (PGIRS), Normativa y Políticas, Empresas de Servicio de Aseo, Relleno Sanitario Colomba-Guabal.

Usuario: Conjuntos residenciales de Santiago de Cali, condiciones actuales del manejo de los residuos sólidos, personas encargadas, caracterización de los usuarios y sus hábitos alimenticios en la preparación y desecho de alimento.

Necesidad: Manejo adecuado de los residuos orgánicos su almacenamiento, separación, transporte y tratamiento.

9.1 Fase de investigación

Teniendo en cuenta el proceso investigativo llevado a cabo para conocer el panorama general en Santiago de Cali sobre el manejo de los residuos sólidos en los conjuntos residenciales, se planteó que el objeto de estudio se enfocara en el estrato 6, teniendo en cuenta que existe una mayor producción de residuos sólidos en estos estratos debido a sus ingresos económicos y estilos de vida.

Además de enfocarse en el estrato 6, la investigación fue arrojando posibilidades de intervención en la comuna 22 teniendo en cuenta que durante la indagación de informes ambientales del DAGMA y la CVC se encontró que en esta comuna existen factores críticos que hacen necesario una intervención en este espacio, ya que no existe un manejo adecuado de los residuos orgánicos, tal es el caso de la quema indiscriminada de podas, o la basura arrojada en la vía pública. La comuna 22 es la que tiene menor densidad poblacional en la ciudad, se puede observar que a pesar de ser menos densa tiene una mayor producción de residuos sólidos.

Hay que tener en cuenta que con el paso del tiempo la zona comenzara a densificarse y si no se hace nada al respecto para mejorar el inadecuado manejo de los residuos sólidos comenzara a deteriorarse.

De esta manera el proyecto de intervención se desarrolla en un sector específico, es decir el conjunto residencial Rio Pance de la comuna 22, si bien no todos los conjuntos residenciales son administrados de la misma manera se plantea hacer el estudio e investigación en el conjunto residencial Rio Pance para poder entender que elementos desde el nivel administrativo, económico, político y social permiten hacer viable el proyecto en este contexto..

Propuesta Metodológica

Población: Habitantes del conjunto residencial Rio Pance.

Actores: Empresa Privada, Empresas de Aseo, Recicladores, Conjunto Residencial (Habitantes, jardineros, empleadas de servicio doméstico)

Recursos: Diagramas, Infografías, fotografía, encuesta y entrevista semi estructurada.

9.2 Fase de confrontación

Después de definir la problemática se formulan las preguntas de investigación para el acercamiento y la observación del problema.

Preguntas de investigación:

1. ¿Qué se quiere saber?

- ¿Cómo se realiza la gestión de los residuos sólidos en el conjunto residencial Rio Pance?
- ¿Qué residuos hay? ¿Cómo se recolectan? ¿Dónde se disponen?
- ¿Cuál es el manejo de los residuos sólidos al interior de las viviendas del conjunto residencial?
- ¿Cuáles son las dinámicas de recolección y desecho de los residuos sólidos que realizan los habitantes dentro del conjunto residencial?

2. ¿Dónde se va a investigar?

- **Lugar:** Conjunto residencial Rio Pance
- **Usuario:** Habitantes del conjunto residencial Rio Pance, Administrador del conjunto residencial, operarios del conjunto residencial.

3. ¿Cómo se va a investigar?

Se selecciona la investigación cualitativa donde se utiliza el sondeo cualitativo como el método de investigación.

Para llevar a cabo la investigación se parte de 3 etapas donde se define:

- Los objetivos de investigación ¿Qué se va a explorar?
- La estrategia de investigación ¿Cómo debe procederse?
- Las técnicas de recolección de información
 - Observación participante: Reconocimiento del entorno-observación general, Salidas de campo
 - Entrevista participativa semi-estructurada/ entrevistas individuales (entrevistas a los usuarios)

4. Preparación del trabajo de campo

Periodo de recolección y organización de los datos.

9.3 Fase de observación

En esta etapa se realiza una investigación de los antecedentes y las soluciones antes brindadas para casos similares y se procede a realizar el trabajo de campo (teniendo en cuenta las fases anteriores)

9.4 Trabajo de campo:

Para efectuar el trabajo de campo se realiza un sondeo que tiene como objetivo conocer las dinámicas de manejo, recolección, desecho de los residuos sólidos en el conjunto residencial Rio Pance. El instrumento utilizado es un formato de entrevista

participativa semi-estructurada que busca indagar sobre las prácticas y comportamientos de los habitantes del conjunto residencial Rio Pance frente al manejo de los residuos sólidos.

Para poder conocer sobre estas prácticas y comportamientos de los habitantes del conjunto residencial frente al manejo de los residuos sólidos se realizó un formato de entrevista semi-estructurada (Ver anexo 1) en la cual se buscaba identificar las siguientes variables generales:

- Personas que habitan en la vivienda
- Personas encargadas del manejo de los residuos sólidos en la vivienda
- Prácticas relacionadas con la preparación de alimentos
- Almacenamiento de los residuos orgánicos durante la preparación de alimentos
- Separación de residuos sólidos
- Frecuencia de recolección de los residuos sólidos en la vivienda

Antes de indagar en las viviendas del conjunto residencial se escogieron las viviendas a las cuales se les iba a realizar las entrevistas, y fue así como de 23 casas existentes en el conjunto residencial se escogieron 21 teniendo en cuenta que dos de las 23 casas no se encuentran habitadas.

Para desarrollar el proceso de entrevistas primero se consultó con la administradora del conjunto donde se le menciono las variables que se buscaban conocer de tal manera que se diera el permiso para poder realizar la entrevista a los habitantes del conjunto, posteriormente se realizó una circular en donde se daba preaviso a los habitantes de que se iba a realizar una entrevista en hora de almuerzo, teniendo en cuenta que es el momento donde se tienen más contacto con los residuos orgánicos al momento de la preparación de alimentos, luego de dar preaviso a los habitantes de las casas se realizó un croquis del conjunto residencial para ir llevando el control de las entrevistas, al momento de las entrevistas primero se socializaba un poco con las personas de que se trataban las preguntas, que se quería saber, luego se realizó el formato de entrevista, posteriormente se tomaron fotografías de los espacios

donde se realiza el manejo de los residuos sólidos y por ultimo una foto de los jardines.

Entrevistas y observación de campo en las viviendas del conjunto residencial “Rio Pance”:

A continuación se hará una descripción a partir de la observación de la situación actual, teniendo en cuenta las entrevistas realizadas y las variables anteriormente mencionadas: (se mostrara el registro fotográfico)

- Durante la investigación se observó que en las viviendas del conjunto residencial Rio Pance habitan en su mayoría un núcleo multifamiliar de 4 personas.
- Por otra parte la persona encargada del manejo de los residuos sólidos generados en la vivienda es en su mayoría la empleada de servicio.
- La mayoría de viviendas no separan sus residuos sólidos, algunas viviendas mezclan residuos sólidos que se pueden reciclar junto con los residuos orgánicos

Figura 10. Residuos sólidos sin separar



Fuente: Autor

Algunas viviendas si reciclaban, algunos usaban dos recipientes para separar los residuos uno para los reciclables y otro para los residuos ordinarios.

Figura 11. Recipientes para separación de residuos sólidos

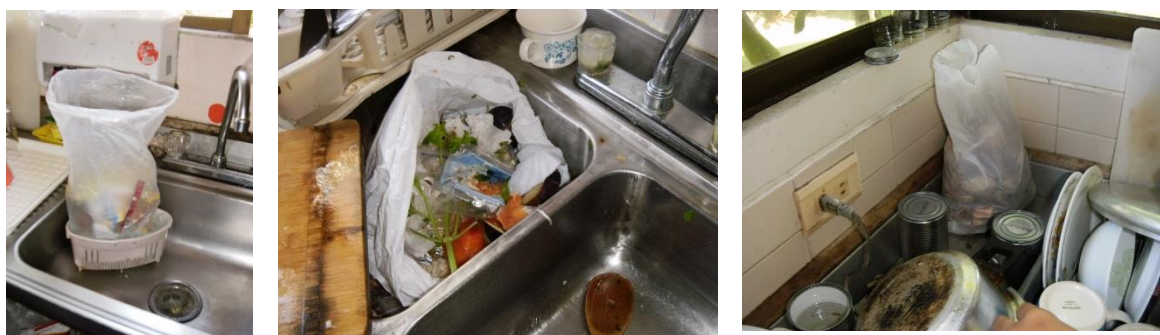


Fuente: Autor

El almacenamiento de los residuos orgánicos durante la preparación de alimentos es realizado de las siguientes formas: Son almacenados directamente en la caneca de basura o separados en bolsas o recipientes. Para el almacenamiento de los residuos orgánicos el uso de la bolsa resulta muy práctico ya que pueden ubicarse en diferentes espacios de la cocina, tales como el lavaplatos o sobre los mesones.

Estas bolsas se encuentran ubicadas cerca del lugar donde se preparan alimentos y en general donde se realizan acciones como la preparación y colado de jugos, el pelado o picado de frutas y verduras.

Figura 12. Separación de residuos orgánicos biodegradables en la cocina



Fuente: Autor

- El almacenamiento de los residuos de alimentos sobrantes se da de las siguientes formas , se disponen en el refrigerado en una bolsa y luego los llevan a la caneca

de basura, algunas personas los disponen directamente a la caneca de basura, otras los utilizan como alimento para mascotas, otras los guardan en recipientes plásticos y luego son dispuestos en la caneca de la basura y otras vierten los residuos líquidos como sopas en el desagüe del lavaplatos

- Pudo observarse durante la investigación que la ubicación de las canecas de basura depende mucho de la percepción que se tiene de la basura al interior dentro de los hogares puesto que se relaciona con los malos olores, por tal motivo ubicaban las canecas de basura en lugares alejados como los patios en su mayoría o dentro de los muebles de la cocina y también se usaban canecas de basura que mantenían tapadas.

Actividades de recolección de residuos sólidos del conjunto residencial “Rio Pance”

Ahora con respecto al manejo de los residuos sólidos de todo el conjunto residencial se realiza de la siguiente forma:

- Cada habitante de cada vivienda del conjunto residencial dispone sus residuos sólidos al frente de su casa, a este lugar lo denominaremos lugar de transferencia ya que de allí son transferidos a la unidad técnica de almacenamiento.

Figura 13. Recolección interna de residuos sólidos en el conjunto residencial Rio Pance



Fuente: Autor

- El jardinero encargado de la recolección sale de la unidad técnica de almacenamiento donde se encuentra guardado el carro utilizado para el transporte de los residuos sólidos, desde allí se hace el recorrido a toda el conjunto residencial, la frecuencia de recolección es de lunes a sábado de 8:00 am a 9:00 am y de 1:00 pm a 2:00 pm.
- Por último el jardinero lleva los residuos sólidos recolectados a la unidad técnica de almacenamiento.

Figura 14. Unidad técnica de almacenamiento del conjunto residencial Rio Pance



Fuente: Autor

- Al llegar a la unidad técnica comienza un proceso de separación de residuos sólidos en donde se sacan a un lado aquellos que se pueden reciclar, en este proceso se separan fácilmente aquellos residuos que ya vienen separados desde cada vivienda, mientras que otros que vienen mezclados , tienen que ser separados manualmente.

- En la imagen puede observarse que los residuos reciclables son separados en costales. Posteriormente estos residuos son vendidos a un reciclador quien es el encargado de dar limpieza a los residuos que están sucios resultado de la mezcla con residuos orgánicos. Las ganancias de los residuos reciclables que se venden son para el jardinero ya que es el encargado de la labor de separación y almacenamiento.

Figura 15. Residuos reciclables separados manualmente



Fuente: Autor

- Por otra parte diariamente se realiza la actividad de corte de podas en los espacios colectivos y en cada casa del conjunto residencial, estas actividades son desarrolladas generalmente por dos jardineros. En la unidad técnica de almacenamiento estas podas son empacadas en varias pacas y bolsas plásticas.

Figura 16. Recolección de podas



Fuente: Autor

9.5 Identificación de variables:

En esta etapa se identifican las variables que establecerán criterios determinantes para el desarrollo de la propuesta. Estas variables son:

- Tipo de residuo (Se selecciona los residuos orgánicos según criterios de mayor generación dentro de los residuos producidos en el conjunto residencial Rio Pance). De manera que el enfoque de intervención de la propuesta sea aprovechar este tipo de residuo.
- Tipo de espacio la cocina y la Unidad Técnica de Basuras del conjunto residencial teniendo en cuenta que estos lugares son donde se realiza el manejo de los residuos orgánicos, ya que la propuesta se basara según la configuración de dichos espacios.
- Conceptos que engloban la gestión de los residuos orgánicos en el conjunto residencial Rio Pance que deben ser consideradas para el desarrollo de la propuesta (prácticas de uso, instrumentos y dinámicas de separación, recolección, almacenamiento y tratamiento de los residuos orgánicos).

9.6 Fase de formulación de objetivos de diseño

Una vez se define el enfoque del proyecto y las variables de intervención, se procede a elaborar una lista de objetivos de diseño (teniendo en cuenta el planteamiento, y los resultados obtenidos en la investigación realizada). Posteriormente se definen requerimientos y determinantes, además de tamaño, forma, función, mecanismos, costos, características compositivas, técnicas, etc.

9.7 Fase de diseño

En esta fase se buscan paralelos con diseños ya existentes que cumplan con el mismo objetivo de recuperación de papel desde su fuente de generación, identificando el funcionamiento y la implementación de la propuesta en determinado contexto.

Posteriormente se desarrolla la generación de ideas donde se identifican los diferentes puntos de intervención que tendrá la propuesta debido a que se esta se plantea como un sistema que comprende objetos, prácticas y operaciones en cuanto al manejo del papel. Se definen las siguientes variables del sistema:

- Funcionamiento del sistema.
- Objetos del sistema.
- Características, operaciones y encargados.
- Consideraciones espaciales y las condiciones de la Unidad Técnica de Basuras ya que se va realizar una intervención en este espacio.

Paralelamente en la fase de diseño se realiza:

- Proceso creativo, bocetación.
- Conceptualización e identidad del objeto.
- Formulación y evaluación de alternativas.
- Elección de la propuesta de diseño.
- Descripción del sistema de objetos y sus características.
- Definición de la interacción del usuario con los objetos de diseño, ¿Cómo funcionan? ¿Cómo se usan?, ¿Cuál es su propósito? etc.

- Desarrollo de la alternativa (definición forma, función, modo de uso, composición formal, elementos constitutivos, elementos técnicos, fabricación y montaje)
- Conceptualización digital del prototipo.

9.8 Fase de evaluación

- Identificación de problemas en cuanto al desarrollo de la propuesta.
- Reafirmar como el elemento va interactuar con el usuario, como va a cumplir sus funciones, como se va a entender como un sistema integrado, y como va a dar soluciones al problema planteado.
- Corregir las irregularidades encontradas.

10 EXPERIMENTACIÓN

10.1 Selección de tratamiento

Siguiendo con el desarrollo de los objetivos específicos se plantea la selección de un tratamiento para los residuos orgánicos biodegradables que se adapte a las condiciones físicas del conjunto residencial Rio Pance, de esta manera estudiando el estado del arte encontramos en el proyecto de aprovechamiento de residuos orgánicos biodegradables en el área urbana del Valle de Aburra, un tratamiento de residuos orgánicos denominado compostaje en recipientes cerrados con aireación convectiva el cual no genera olores, vectores, líquidos, no requiere de ningún aditivo químico y no requiere de volteo, este proceso se lleva desarrollando en los diversos sistemas de aprovechamiento que se han montado en los conjuntos residenciales del Valle de Aburra. Este tratamiento presenta muchas ventajas ya que por un lado no se necesitan extensiones de suelo como las pilas de compostaje, y además al estar en recipientes cerrados se permite tener un control más efectivo de los vectores y también por su configuración formal se posibilita que no se generen líquidos o también llamados lixiviados, de esta manera se considera pertinente aplicar este tratamiento a la propuesta de diseño del sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos biodegradables para el estudio de caso del conjunto residencial Rio Pance de la comuna 22 de Santiago de Cali.

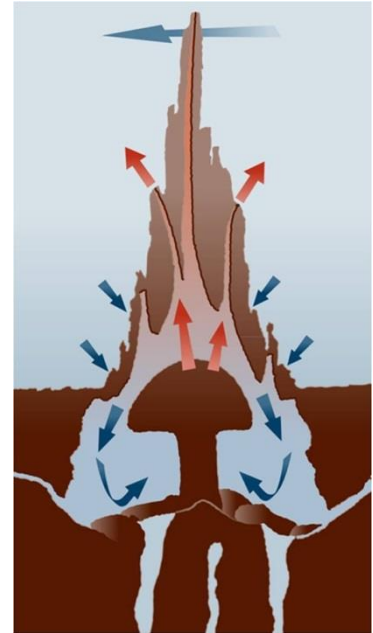
A continuación se explicara en que consiste la aireación convectiva y de qué manera es aplicado para el proceso de compostaje.

La aireación convectiva o denominada también ventilación convectiva es un principio de climatización utilizado en la arquitectura el cual está inspirado en cómo construyen sus hogares unas termitas autóctonas de Zimbabue, estas construyen enormes nidos dentro de los cuales cultivan unos hongos que representan su principal fuente de alimentación, estos hongos deben mantenerse exactamente a 30°C, mientras la temperatura en el exterior del termitero varía entre 1,6°C y 40°C a lo largo del día.

Para mantener la temperatura constante las termitas construyen el termitero con gruesos muros que permiten almacenar el frío nocturno para compensar el calentamiento que sufre el termitero durante el día, además las termitas construyen aberturas en la parte inferior del termitero que permiten la entrada de aire frío, al entrar en contacto con el aire caliente del interior del termitero, el aire frío genera una serie de corrientes de convección. Como consecuencia, el aire caliente es remplazado por la parte superior del termitero. El resultado es una temperatura constante de 30°C, ideal para el crecimiento de su principal fuente de alimentación.⁶⁴

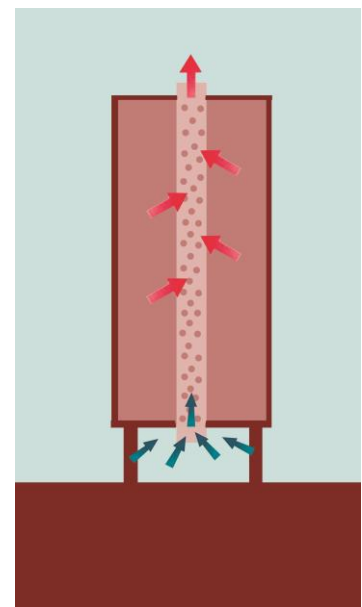
Este principio de ventilación convectiva es el mismo principio que se utiliza para el proceso de compostaje en recipiente cerrado, para el recipiente se pueden utilizar cajas de estibas, de madera o de materiales plásticos, en general materiales que resistan la humedad, también se utilizan bidones plásticos o cualquier tarro que tenga tapa. Para que se lleve a cabo la ventilación convectiva se utiliza tuberías de pvc o de cualquier material que atraviesen por completo el recipiente cerrado, este tubo debe estar perforado totalmente para permitir el ingreso del aire fresco al interior. Al igual que el termitero en este tipo de compostaje el aire frío entra por debajo del compostero,

Figura 17. Corrientes de aire termitero



Fuente:
<http://wp.cienciaycemento.com/wp-content/uploads/2013/04/esquema-ventilacion-termitero.jpg>

Figura 18. Corriente de aire Compostero



Fuente: Autor

⁶⁴ OQUIÑENA Imanol. *Climatización eficiente inspirada en nidos de termitas*. Biomimética. Soluciones innovadoras inspiradas en la Naturaleza .2012 [Consultado en abril de 2014] Disponible en Internet en <http://biomimetica.biomimetiks.com/tag/climatizacion/>

en la parte superior del compostero sale el aire caliente que a su vez absorbe el aire frío que ingresa, generando así un clima adecuada para la materia orgánica que se encuentra dentro del compostero, igualmente se nivela la humedad, la constante ventilación dentro de este proceso permite que no se requieran de volteos. Por otro lado la mezcla de material orgánico contenida en su interior está conformada por 3 partes de residuos orgánicos biodegradables por una parte de aserrín, esta mezcla permite que el aserrín absorba la humedad producida por la materia orgánica, equilibrando también los niveles de carbono/nitrógeno y el pH.

Para llevar a cabo la experimentación de este tratamiento para validar y comprobar el proceso, se tuvo en cuenta las indicaciones del proceso publicado en el manual de compostaje por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y Acodal.

A continuación se mostrara el registro de lo que fue la experimentación del compostaje con ventilación convectiva.

10.1.1 Proceso de experimentación

- Para llevar a cabo la experimentación fueron necesarios dos recipientes plásticos de pintura con tapa, uno de 2,5 galones y otro de 2 galones, dos tubos de pvc perforados para armar los composteros.

Figura 19. Composteros armados



Fuente: Autor

- Posteriormente se almacenan residuos orgánicos biodegradables por un mes, para preservarlos y que sean óptimos para el proceso de compostaje se refrigeran en la nevera hasta obtener la cantidad necesaria para realizar el tratamiento.

Figura 20. Residuos Orgánicos refrigerados



Fuente: Autor

- Después de sacar los residuos orgánicos de la nevera son dejados a temperatura ambiente para que se descongelen, al descongelarse, se les retira el agua contenida en ellos, además para acelerar el proceso de compostaje son reducidas las partículas de residuos manualmente, para el proceso vamos a utilizar también los residuos orgánicos biodegradables procedentes del jardín.

Figura 21. Residuos Orgánicos biodegradables de comida y jardín



Fuente: Autor

- Después de tener listos los residuos orgánicos biodegradables a tratar, son mezclados con aserrín de la siguiente manera, 3 partes de residuos orgánicos biodegradables por una parte de aserrín, generándose así una relación 3 a 1 que es la que necesitamos para este proceso de compostaje.

Figura 22. Mezcla de residuos orgánicos biodegradables con aserrín. Relación 3:1



Fuente: Autor

- Teniendo lista la mezcla de residuos orgánicos biodegradables y aserrín, se preparan los composteros que se encuentran ya armados, para colocar esta mezcla preparada es necesario primero preparar una cama de aserrín de aproximadamente 10 cm, y encima de esta capa se colocan los residuos orgánicos, al llenarse completamente los recipientes, se coloca una capa de aserrín encima de los residuos hasta taparlos, por último se cierran los recipientes.

Figura 23. Montaje de la mezcla en el compostero



Fuente: Autor

- Después de cerrar los dos composteros se les coloca un papel con la fecha de inicio del proceso de compostaje, en este caso comenzó el día 11 de octubre, los dos composteros son colocados sobre dos bases hechas en tubería de pvc, para que pueda ingresar el aire fresco por debajo de los recipientes.

Figura 24. Composteros listos y etiquetados



Fuente: Autor

- Pasados quince días se realiza un control a la mezcla, donde se hace revisión a los olores, a los líquidos que se puedan presentar, y en general a todos los factores que influyen en el proceso de compostaje.

En este control se determinó que no hay presencia de malos olores, tampoco hay presencia de mosquitos cerca al lugar donde se encuentran ubicados los composteros, por otra parte tampoco hay presencia de escurrientías, al destaparse los composteros se comienza a detallar por encima de la mezcla la presencia de microorganismos resultantes del proceso del

Figura 25. Compostaje con presencia de microorganismos



Fuente: Autor

compostaje. Es común que empiecen a generarse estos microorganismos, estos son encargados de degradar los residuos orgánicos y convertirlos en un material estabilizado al que denominamos compost.

Figura 26. Compost resultante



Fuente: Autor

- Pasado un mes desde que comenzó el proceso de compostaje, se destapan los composteros, puede observarse dentro de los recipientes que la materia orgánica se ha reducido una tercera parte del recipiente, posteriormente son retirados de los recipientes, el resultado del proceso de compostaje es un compost de color café oscuro de un olor característico a tierra, un olor boscoso.

Dada estas características se puede determinar que el proceso de compostaje funcione adecuadamente y que el principio de ventilación convectiva para este proceso si da resultados como se plantean en los manuales de compostaje y en la experiencia de compostaje en el proyecto de aprovechamiento de residuos orgánicos biodegradables en urbanizaciones en el Valle de Aburrá.

Figura 27. Compost resultante Fuente: Autor



10.2 Prueba de cuantificación

10.2.1 Residuos orgánicos biodegradables por vivienda

10.2.1.1 Objetivo

Establecer un estimado de cantidad de residuos orgánicos biodegradables producidos por vivienda en el conjunto residencial Rio Pance

10.2.1.2 Método

Para la cuantificación de residuos orgánicos biodegradables producidos en las viviendas se escogen aquellas viviendas que son multifamiliares es decir aquellas en las que habitan más de cuatro personas, para la cantidad de personas por vivienda se plantean que sea de 5 personas por vivienda teniendo en cuenta el promedio establecido por el DANE 2005.

En cada vivienda se dejó una bolsa para almacenar los residuos orgánicos biodegradables producidos en cada cocina, se les establecieron a los habitantes los tipos de residuos a separar, tales como cascaras de frutas o verdura, bagazo de jugos, cascaras de huevo, pasilla de café, etc. Para el estudio se realizó el pesaje de los residuos orgánicos biodegradables producidos en diferentes días de la semana, se seleccionaron entonces los días ordinarios de la semana (lunes, martes, miércoles, jueves y viernes), no se escogen los fines de semana por que pueden presentarse fluctuaciones, ya que algunos habitantes salen con sus familias los fines de semana y se alimentan fuera del conjunto residencial.

Tabla 6. Producción diaria de residuos orgánicos biodegradables del conjunto residencial Rio Pance

Dia	Lunes 8 de Septiembre	Martes 9 de Septiembre	Miercoles 10 de Septiembre	Jueves 11 de Septiembre	Viernes 12 de Septiembre
Cantidad producida	1,1 kg	1,4 kg	1,2 kg	1,3 kg	1,5 kg

Fuente: Autor

Como puede observarse en la tabla durante la semana se presentan variaciones en la producción de residuos orgánicos biodegradables, se escoge entonces un promedio de producción diaria de residuos para este caso fue de 1,3 kg y si a esto le sumamos la cantidad de residuos procedentes del jardín nos daría más o menos un estimado de 1,5 kg diarios.

10.2.2 Residuos orgánicos biodegradables para tratamiento

10.2.2.1 Objetivo

Calcular la cantidad aproximada de residuos orgánicos biodegradables producidos por el conjunto residencial Rio Pance que serán tratados, conocer el volumen de estos residuos nos permitirá establecer propuestas de diseño acordes con la producción de residuos orgánicos biodegradables del conjunto residencial.

10.2.2.1 Método

El tiempo necesario para compostar los residuos orgánicos biodegradables en un compostaje de recipiente cerrado con aireación convectiva puede durar de 25 días a 31 días aproximadamente dependiendo de las condiciones de aireación, humedad, y de relación carbono / nitrógeno. Teniendo en cuenta esto se establece que los residuos orgánicos biodegradables a tratar será la cantidad producida en un mes.

Para el conjunto residencial Rio Pance se estableció que la producción diaria de residuos orgánicos biodegradables por vivienda de 5 personas es de 1,5 kg. Por otro lado la cantidad de viviendas del conjunto residencial es de 23 casas. Considerando esta información se determina el volumen a través de la fórmula $\text{Volumen} = \text{Masa} / \text{Densidad}$. De esta manera se establecen las siguientes variables.

Masa = 1,5 kg x 23 viviendas = 34,5 kg diarios x 7 días a la semana = 241,5 kg x 4 semanas al mes = 966 kg al mes producidos por el conjunto residencial Rio Pance

Densidad = Según la investigación en manuales de compostaje⁶⁵ sobre la densidad de residuos orgánicos biodegradables a compostar se establece que sea de 700 kg/m³.

A partir de estas variables se establece el cálculo del volumen a tratar para un mes.

Volumen = Masa / Densidad **Volumen**= 966 kg/ 700 kg/m³ **Volumen** = 1,38 m³

10.3 Prueba de olores y vectores

10.3.1 Objetivo

Este experimento tiene como objetivo conocer las condiciones que causan que se generen olores en los residuos orgánicos biodegradables, tales como el tiempo necesario para que comiencen a generarse olores y también para que se generen vectores. El fin de este experimento es poder plantear propuestas de diseño que tengan en cuenta estas condiciones.

10.3.2 Método

Se deja una bolsa abierta llena de residuos orgánicos biodegradables y se ubica en un lugar ventilado de la vivienda, en este caso se ubicó en la zona del lavadero. Luego se toman apuntes de los cambios que se presenten en los residuos durante varios días, hasta que comiencen a generarse olores y vectores.

- **Primer día:** Los residuos orgánicos biodegradables se encuentran frescos y son expuestos al aire libre, no hay presencia de olores ni de ningún vector.
- **Segundo día:** Los residuos orgánicos biodegradables empiezan la primera etapa de descomposición, no hay presencia de olores, comienzan a aparecer algunos vectores tales como mosquitos.

⁶⁵ RÖBEN, Eva. *Manual de Compostaje para Municipios*. DED/ Ilustre Municipalidad de Loja. Ecuador. 2002. Pág. 18.

- **Tercer día:** Los residuos orgánicos biodegradables siguen en la etapa de descomposición, no hay presencia de olores, comienzan a aparecer más vectores entre ellos mosquitos y moscas.
- **Cuarto día:** Los residuos orgánicos biodegradables siguen en etapa de descomposición, comienzan a aparecer olores, siguen apareciendo más mosquitos y moscas.

De esta experimentación se concluye que el almacenamiento en un recipiente abierto no puede extenderse en un tiempo mayor a 1 día, para que los residuos orgánicos biodegradables puedan permanecer más días almacenados sin la aparición de olores y la proliferación de moscas y mosquitos deben permanecer en un recipiente cerrado, por otro lado teniendo en cuenta que al cuarto día comienza la aparición de olores es recomendable que no se almacenen por más de tres días, además hay que tener en cuenta que puede variar el día de la generación de olores dependiendo de la temperatura, la humedad y las condiciones de los residuos.

11 REQUERIMIENTOS Y DETERMINANTES

REQUERIMIENTOS

Requerimiento de seguridad

- Protección adecuada para la manipulación de residuos orgánicos. Uso de ropa de trabajo e indumentaria de seguridad (Guantes, tapabocas, etc.)
- Evitar posturas forzadas
- Evitar manipulación de cargas pesadas.

Requerimiento de Tratamiento

- Evitar la mezcla de los residuos orgánicos con otros tipos de residuos.
- Requerir de un tratamiento que implique la rápida biodegradación.
- No requerir consumo de energía eléctrica o combustible.
- Permitir la oxigenación durante el proceso de degradación de los residuos orgánicos biodegradables.
- Permitir el equilibrio del C/N.
- Control de olores.
- Control de vectores.
- Obtener un producto comercializable al final del proceso.

Requerimiento de forma

- La forma debe integrarse con elementos del entorno.
- Debe permanecer un mismo lenguaje formal para el diseño de los elementos del sistema.
- El sistema de objetos debe comunicar sus funciones con respecto a la separación, almacenamiento y su tratamiento.

Requerimientos de estructura

- La estructura debe resistir el peso de los residuos orgánicos a tratar

- Los mecanismos de funcionamiento deben ser de bajo mantenimiento.
- Evitar la escorrentía y concentración de líquidos.
- Debe permitir la fácil limpieza las partes

Requerimiento de Uso

- Fácil Manipulación, legible, fácil acceso
- Evitar el contacto directo de la materia orgánica con el usuario.
- El objeto debe ser de fácil manejo y además requerir pocos conocimientos para su uso.

Requerimiento de Material

- El material debe ser resistente al impacto y a la constante manipulación
- Los materiales deben conseguirse en el mercado local.
- El material resiste una temperatura de hasta 70°
- Bajo costo de producción
- El material debe permitir la conformación de formas complejas, texturas, brillo, opacidad

DETERMINANTES

- Condiciones Climáticas. La propuesta de diseño debe estar protegida de la lluvia y se debe evitar el contacto de la materia orgánica durante su proceso de transformación con la luz solar.
- El color del objeto de almacenamiento de residuos orgánicos dentro de la vivienda debe ser verde según como lo establece el PGIRS de Conjuntos Residenciales en Cali.
- La propuesta está enfocada para la gestión de los residuos orgánicos biodegradables.

- Según el Manual 3: Orgánicos, papel y cartón de la *CONSTRUCCIÓN DE CRITERIOS TÉCNICOS PARA EL APROVECHAMIENTO Y VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS CON ALTA TASA DE BIODEGRADACIÓN, PLASTICOS, VIDRIO,PAPEL Y CARTÓN*. Publicado por el MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL y realizado por epam s.a. e.s.p. se deben tener en cuenta los siguientes parámetros con respecto a:
 - a.** Control de la aireación
 - b.** Control de la humedad
 - c.** Control de olores
 - d.** Control de vectores (Roedores, Aves, Insectos)

12 PROCESO DE DISEÑO

12.1 Desarrollo de la propuesta

Para el desarrollo de la propuesta de diseño se tuvo en cuenta la investigación realizada al estado del arte y de la técnica en lo referente a sistemas de aprovechamiento de residuos orgánicos biodegradables, también se tuvo en cuenta el trabajo de campo y la observación realizada al conjunto residencial Río Pance.

De esta manera se comienza a plantear determinantes para crear nuestro sistema tales como los espacios relacionados con el manejo de los residuos orgánicos biodegradables y también las personas encargadas del manejo de estos residuos. Actualmente los residuos orgánicos biodegradables que son producidos en la cocina tienen que pasar por una serie de fases hasta llegar a la unidad técnica de almacenamiento, la primer fase seria la fuente de producción es decir la cocina, luego la zona de transferencia que queda en frente de cada vivienda, luego el transporte hasta llegar a la unidad técnica de almacenamiento.

Teniendo en cuenta esto se establecen las siguientes fases en donde se llevara a cabo la intervención de diseño.

Fases del sistema:

1. Separación

Esta fase se encuentra ubicada en la cocina, en este lugar es donde se realizan actividades de preparación de alimento y también la separación de los residuos orgánicos biodegradables procedentes de cascaras de fruta y verdura, bagazos de jugo, pasilla de café, cascaras de huevo, etc. actualmente quienes separan estos residuos utilizan bolsas o recipientes que son ubicados en diferentes lugares de la cocina. Las labores de manejo de residuos en la cocina son realizadas por mujeres, ya sean las amas de casa o las empleadas de servicio doméstico.

Para la intervención de esta fase se plantea el diseño de un recipiente para la separación de residuos orgánicos biodegradables, cuyas características son: El objeto debe poder ubicarse en diferentes lugares de la cocina y además debe permitir escurrir los líquidos contenidos en los residuos.

2. Almacenamiento

Esta fase se encuentra ubicada en el lugar de transferencia que queda en frente de cada vivienda, normalmente los residuos sólidos son dejados en una bolsa en el suelo por los habitantes de cada vivienda y luego son recolectados por los operarios del conjunto residencial quienes los transportan en una carreta hasta la unidad técnica de almacenamiento.

Para esta fase se planea intervenir en la forma como son presentados los residuos orgánicos biodegradables, se plantea entonces el uso de una cesta o canasta para que estos residuos sean almacenados.

3. Transporte

En esta fase se plantea que los residuos orgánicos biodegradables sean recolectados de forma selectiva, es decir un transporte especializado para estos residuos.

El objeto o elemento para el transporte de los residuos orgánicos biodegradables puede ser seleccionado de productos que existan actualmente en el mercado.

4. Tratamiento

En esta fase se propone que el tratamiento de los residuos orgánicos biodegradables se lleve a cabo en la unidad técnica de almacenamiento, teniendo en cuenta que en este espacio es donde son llevados todos los residuos sólidos del conjunto residencial, también porque es una zona cercana al lugar donde se encuentran las

herramientas de jardinería que a su vez se relacionan directamente con el compostaje y las actividades de jardinería

Para el proceso de compostaje se plantea realizar una intervención desde el diseño en el proceso de mezcla de los residuos con el aserrín ya que actualmente es una labor que requiere de mucho espacio, además el suelo puede ensuciarse con estos residuos, en las siguientes imágenes puede observarse como son las condiciones que actualmente se presentan para el proceso de mezcla, estas imágenes fueron obtenidas del proceso de compostaje que se realiza en los sistemas de aprovechamiento de residuos orgánicos biodegradables en urbanizaciones en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

Figura 28. Mezcla de residuos orgánicos biodegradables con aserrín



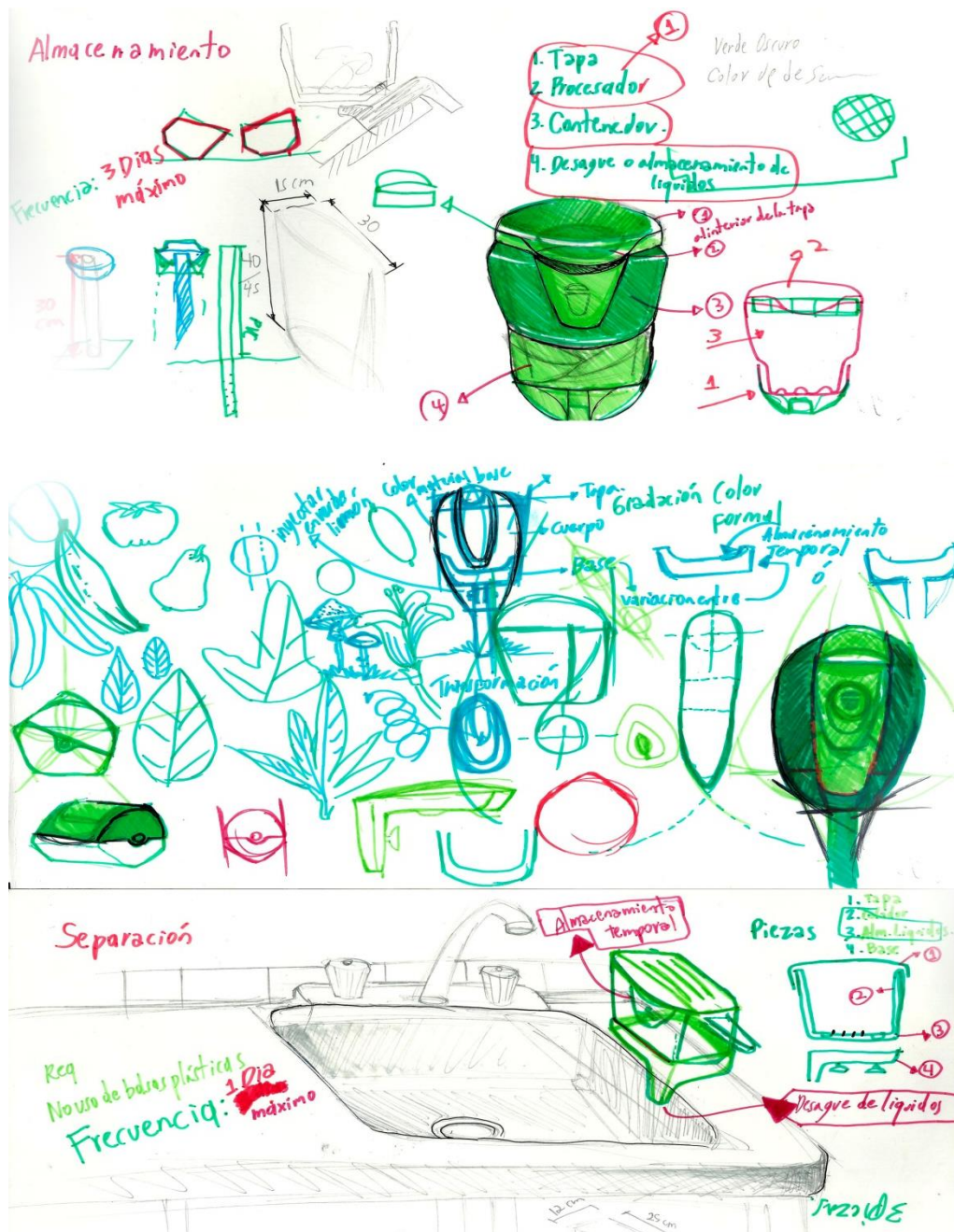
Fuente: SEPULVEDA Luis Aníbal. *ESTRATEGIA Y MODELO TECNOLÓGICO DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS BIODEGRADABLES EN CONTEXTOS URBANOS*. ACODAL

Para el diseño del compostero se plantea que la cantidad de residuos a tratar sea la de un mes teniendo en cuenta que aproximadamente un mes dura el proceso de compostaje, para el objeto a diseñar se establece que no sea un solo objeto para tratar esta cantidad de residuos, puesto que la producción de residuos es constante, teniendo en cuenta esto se plantea que el objeto para el compostaje se divida en cuatro compartimentos, un compartimento para cada semana, para que la captación de residuos sea ininterrumpida.

12.2 Bocetación

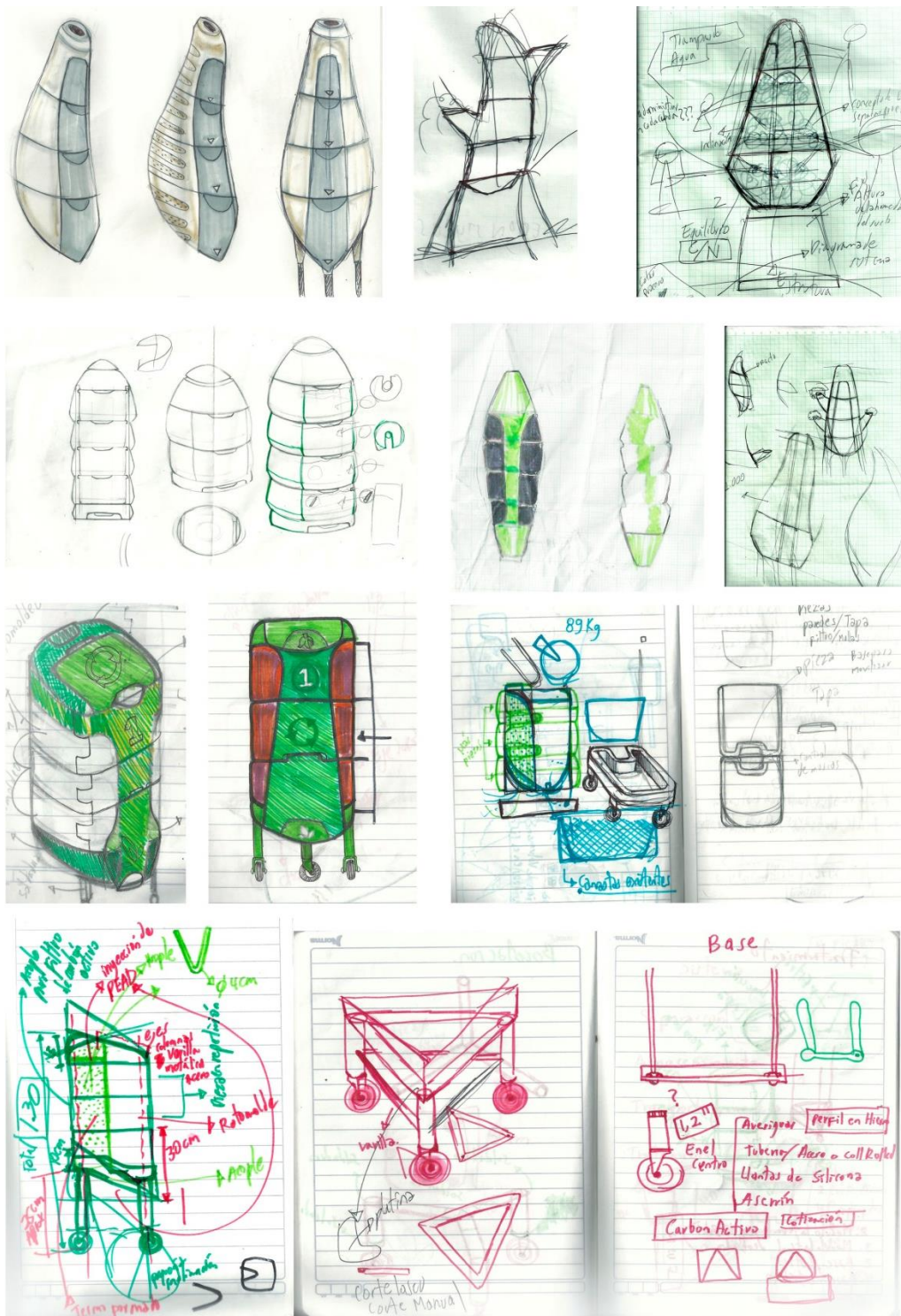
A continuación se mostrará la bocetación realizada para el desarrollo de alternativas para los objetos del sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos biodegradables.

Figura 29. Bocetación de alternativas para separación y almacenamiento



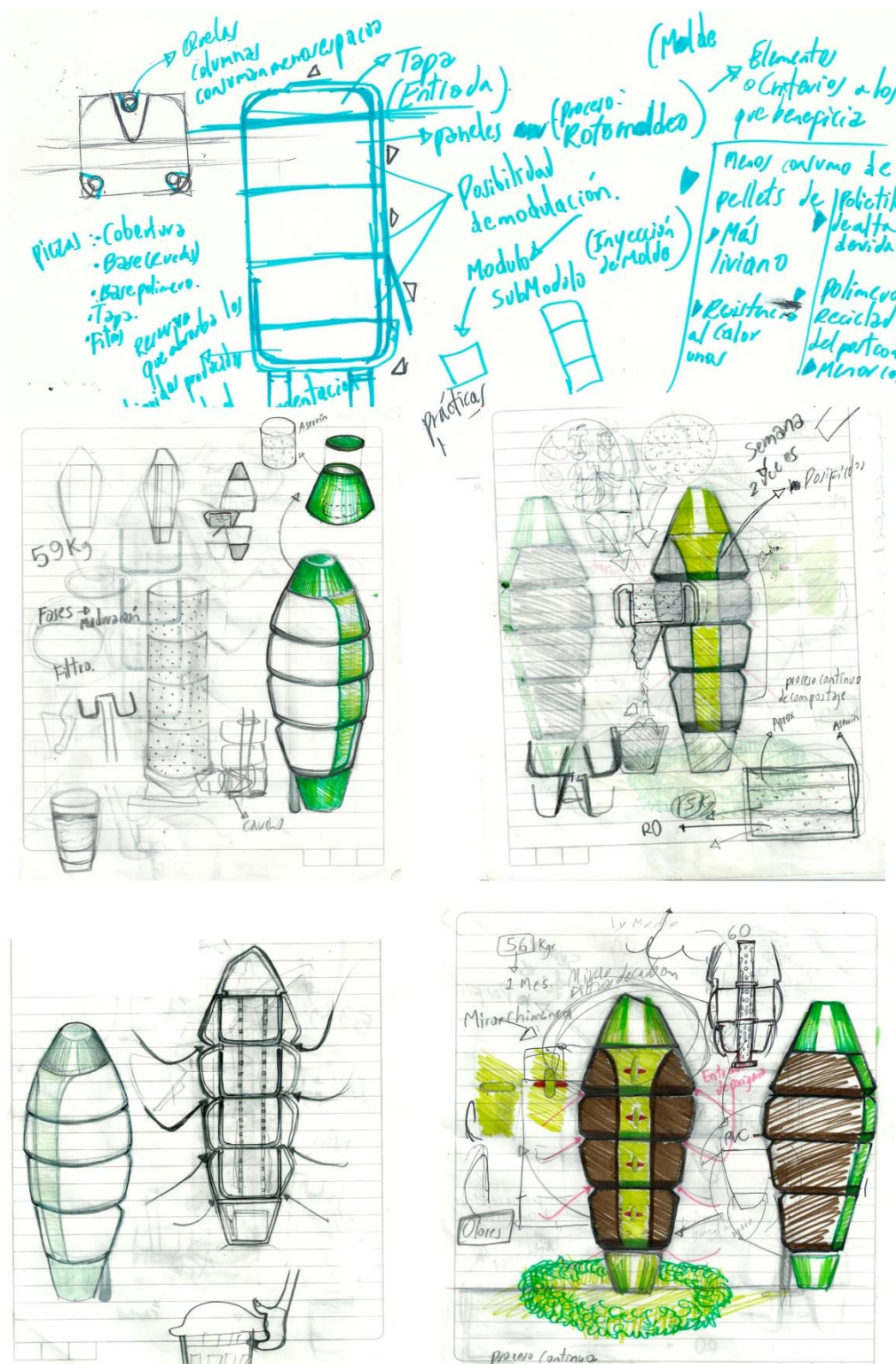
Fuente: Autor

Figura 30. Bocetación de alternativas para tratamiento



Fuente: Autor

Figura 31. Bocetación de alternativas para tratamiento



Fuente: Autor

12.3 Propuesta de diseño

Sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos biodegradables para el estudio de caso del conjunto residencial Rio Pance de la comuna 22 de Santiago de Cali

Esta propuesta de diseño es un sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos biodegradables el cual busca recuperar y aprovechar por medio de una serie de objetos los residuos orgánicos biodegradables producidos en el conjunto residencial Rio Pance que actualmente son desperdiciados puesto que llegan a los rellenos sanitarios sin posibilidad de aprovecharse y además son mezclados con otros residuos. Este sistema pretende aprovechar estos residuos en la fuente de producción, es decir en el conjunto residencial, para esto la intervención de diseño se desarrolla en las siguientes fases, que van desde su generación en la cocina hasta su tratamiento en la unidad técnica de almacenamiento.

Gráfica 11. Fases del sistema



Fuente: Autor

El objetivo del sistema es transformar estos residuos orgánicos biodegradables en un subproducto denominado compost, el cual puede ser utilizado en el conjunto residencial en las zonas verdes comunes y en los jardines de cada vivienda, también pueden ser comercializado en otros conjuntos residenciales cercanos de la comuna 22 los cuales tienen las mismas características espaciales, tales como la presencia de muchos árboles y jardines.

Las ventajas de la aplicación del compost en los jardines y en el suelo son:

- Mantienen y aumentan el contenido de materia orgánica y de nutrientes en el suelo.
- El compost mejora el pH (acidez/alcalinidad) del suelo.

- Aporta materia orgánica al suelo y contribuye tanto al mejoramiento de las condiciones físicas y biológicas del suelo como a la recuperación de la fertilidad natural.
- Aporta nutrientes a las plantas y árboles contribuyendo al embellecimiento de las zonas verdes.
- Sustituye los fertilizantes artificiales que actualmente son utilizados para los jardines y árboles.

A continuación se mostrara cada fase del sistema con sus respectivos objetos los cuales fueron diseñados para determinados usos y funciones.

Fases del sistema



La primer fase es la separación en la fuente esta se desarrolla en la cocina de cada vivienda, el usuario que normalmente realiza esta labor son las empleadas de servicio domestico o las amas de casa.

Para esta fase se diseño un recipiente plástico para la separación de los residuos orgánicos biodegradables en la cocina.

Figura 32. Recipiente para separación de residuos orgánicos biodegradables



Fuente: Autor

Este recipiente permite almacenar los residuos orgánicos biodegradables durante la preparación de alimentos, dentro de la cocina puede disponerse en cualquier parte ya sean los mesones o el lavaplatos y en general en cualquier superficie de la cocina cercano a las actividades de preparación de alimentos como el colado de jugos, el pelado de frutas y verduras, y en general actividades de desecho de estos residuos.

El recipiente puede disponerse en dos configuraciones, la primera es cuando se utiliza para la separación y almacenamiento de los residuos, la segunda es para la filtración de líquidos presentes en los residuos la cual se realiza en el lavaplatos.

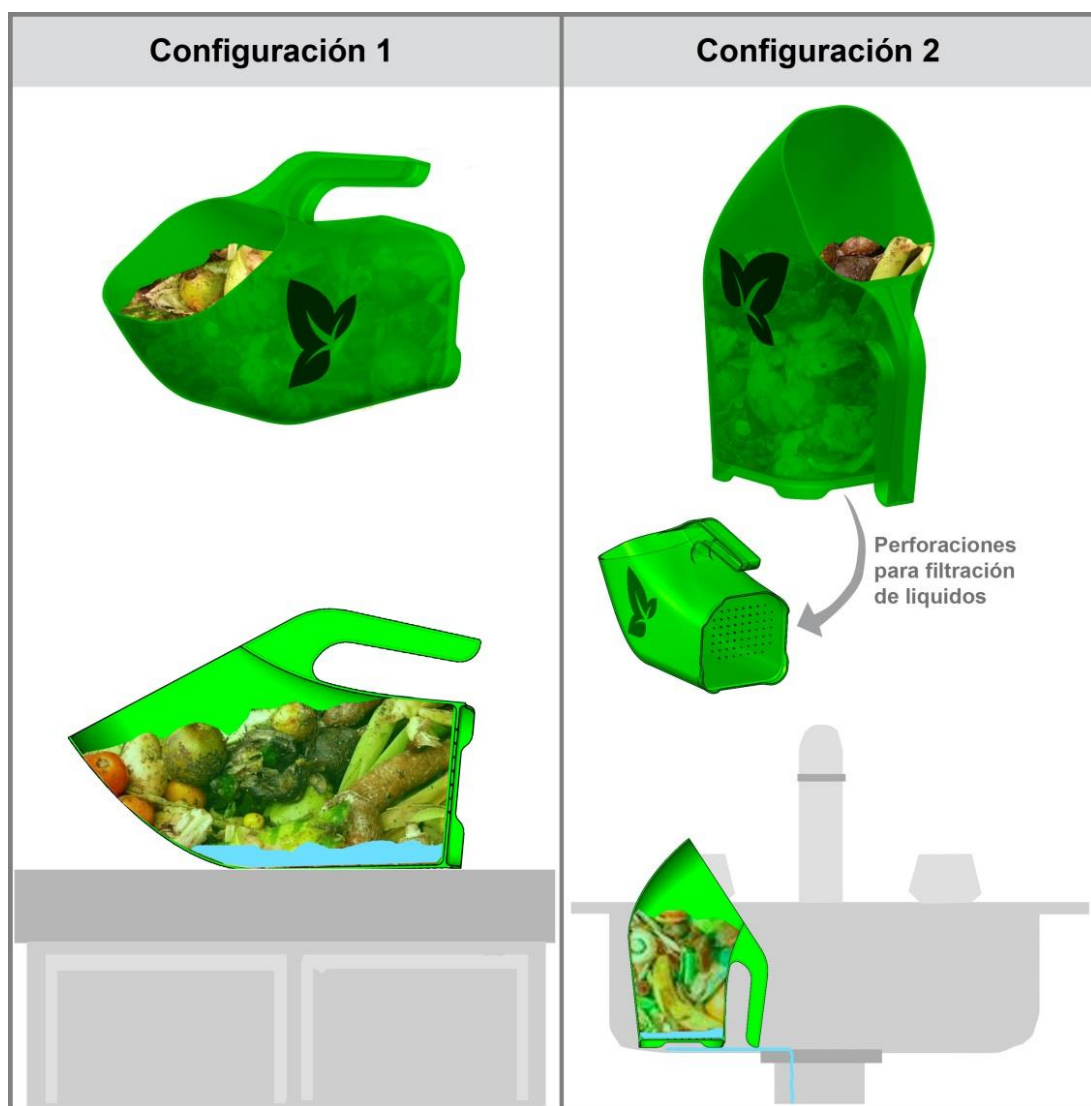


Figura 33. Configuraciones del recipiente para separación Fuente: Autor

Durante la preparación de alimentos el recipiente de separación se utiliza en la primer configuración, al terminar las labores de preparación de alimento se deja el recipiente en la segunda configuración dentro del lavaplatos o en la zona donde se escurren los platos para que se filtren los líquidos. Por ultimo al terminar la jornada de actividades en la cocina, se depositan los residuos orgánicos biodegradables contenidos en el recipiente de separación en una bolsa plástica la cual es amarrada y llevada a la siguiente fase, al almacenamiento fuera de la casa donde será recogido por un operario o jardinero para llevarlos a la unidad técnica de almacenamiento para su tratamiento.

Figura 34. Residuos orgánicos biodegradables de la cocina a la fase de almacenamiento



Fuente: Autor



Esta fase se lleva a cabo fuera de cada vivienda en un lugar denominado punto de transferencia, allí son llevados en bolsas los residuos orgánicos biodegradables producidos en la cocina y también los residuos de jardín, este lugar se encuentra

ubicado al frente de la calle de cada vivienda, allí los residuos orgánicos biodegradables serán recolectados cada dos días.

Figura 35. Montaje fotográfico de cesta de almacenamiento en el punto de transferencia



Fuente: Autor

Para esta fase se plantea el diseño de una cesta que permita la filtración de líquidos por efectos de la lluvia, también se plantea el uso de cestas que existan actualmente en el mercado como cestas de acero o de malla, la selección de esta cesta se da dependiendo de las necesidades de cada conjunto residencial, para el caso del conjunto residencial Rio Pance se selecciona una cesta existente del mercado de color verde, cuyas características son: resistencia a la intemperie, y la filtración de líquidos.



Figura 36. Cesta para almacenamiento
Fuente: Autor



En esta fase los residuos orgánicos biodegradables que se encuentran ubicados en la cesta de almacenamiento son recolectados por un vagón de transporte especializado para estos residuos, estos son llevados por los operarios o jardineros, los cuales harán la recolección de estos residuos cada dos días, es decir los días lunes, miércoles, viernes y además el sábado. A continuación se mostrará un croquis del conjunto residencial Rio Pance donde se plantea la ruta para la recolección de los residuos orgánicos biodegradables.

Figura 37. Croquis ruta recolección interna de residuos orgánicos biodegradables



Fuente: Autor

En esta ruta se plantea que comience desde la unidad técnica de almacenamiento donde se encontraría guardado el vagón de transporte, luego el operador o jardinero recogería los residuos orgánicos biodegradables en cada vivienda, en una ruta especializada a parte de la ruta de los residuos sólidos, luego de recoger en cada vivienda, los residuos son llevados a la unidad técnica de almacenamiento, donde se les realizaría el tratamiento respectivo.

Figura 38. Esquema de recolección desde el almacenamiento hasta la unidad técnica de almacenamiento



Fuente: Autor

Para esta fase de transporte se propone el uso de vagones ya existentes en el mercado, se seleccionó entonces un vagón plástico hecho en polietileno lineal con una capacidad de 360 litros el cual tiene alta resistencia al impacto, son higiénicos, fáciles de asear, livianos, versátiles, resistentes a la intemperie, se encuentran disponibles en varios colores, para este sistema se seleccionó un vagón de color verde.



Figura 39. Vagón para transporte de residuos orgánicos biodegradables

Fuente: Autor



Por último los residuos orgánicos biodegradables recolectados en cada vivienda son llevados por los operarios o jardineros a la unidad técnica de almacenamiento donde se les realizará su respectivo tratamiento, en esta última fase son sometidos los residuos al picado con el fin de reducir las partículas para acelerar un poco el proceso de degradación, ya que las partículas al tener mayores áreas descubiertas permite a los microorganismos degradar estos residuos más rápido, posteriormente serán mezclados en un mezclador con aserrín con una relación 3:1 es decir 3 partes de residuos por 1 parte de aserrín, para finalmente ser dispuestos en los composteros. A continuación se explicaran los objetos que hacen parte de esta fase y de todo lo relacionado con el proceso del compostaje.

Picador- Mezclador

Para el proceso de picado y mezclado se diseñó una máquina, la cual está conformada por una estructura empotrada a la pared, en la parte superior se encuentra el picador en el cual se disponen los residuos orgánicos biodegradables, luego son picados por medio de una palanca la cual hace presión por medio de un cabezote que empuja los residuos contra una cuchilla de acero, luego caen a un tanque, el cual anteriormente es llenado de aserrín, luego es cerrado para la mezcla, después es girado de manera manual, para finalmente destaparse y ser vertidos en una canasta la cual será llevada a los composteros, en la siguiente gráfica se mostrara de manera más clara el funcionamiento de la máquina.

Figura 40. Vista general Picador- Mezclador



Fuente: Autor

Funcionamiento

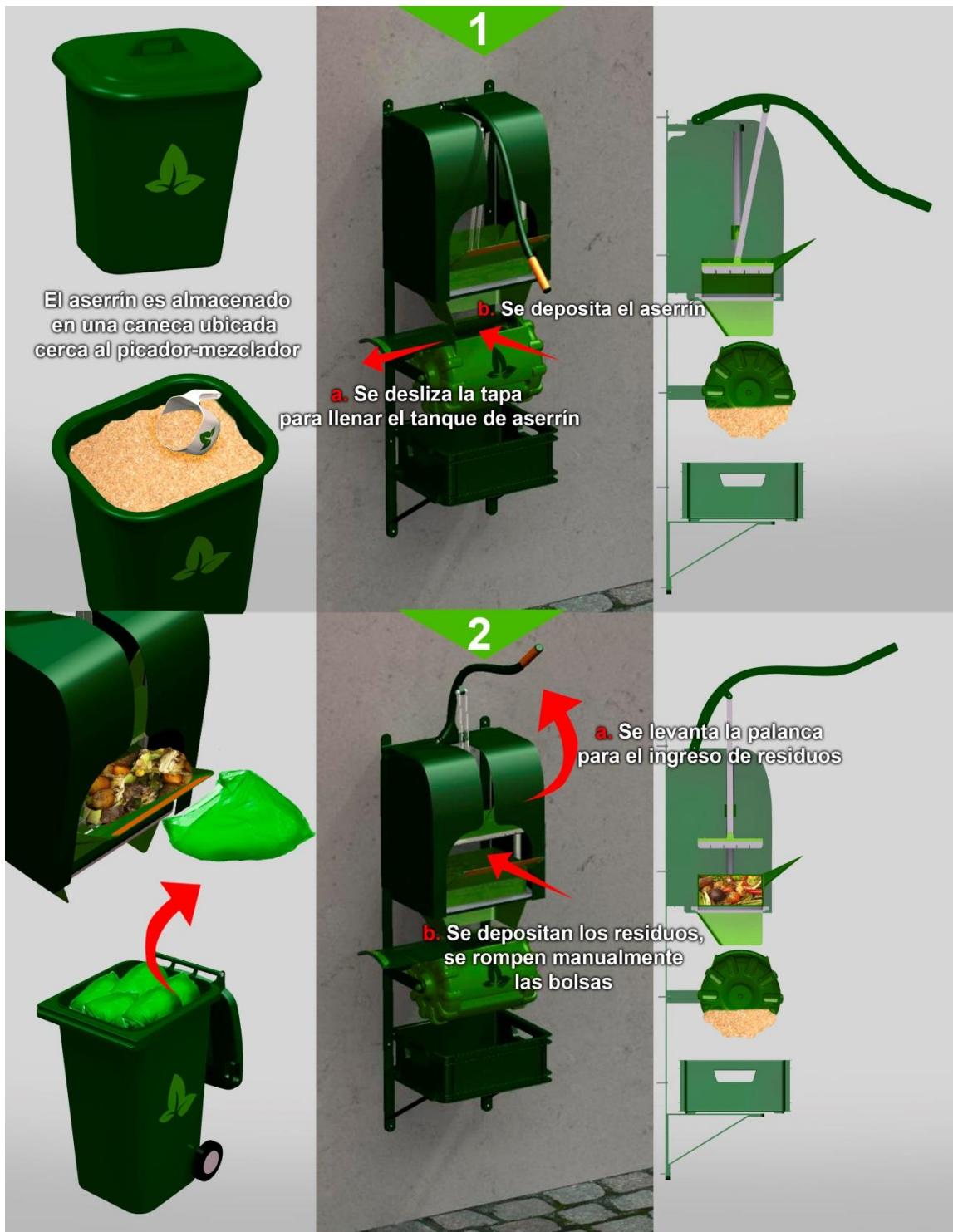


Figura 41. Funcionamiento del picador-mezclador paso 1 y 2 Fuente: Autor

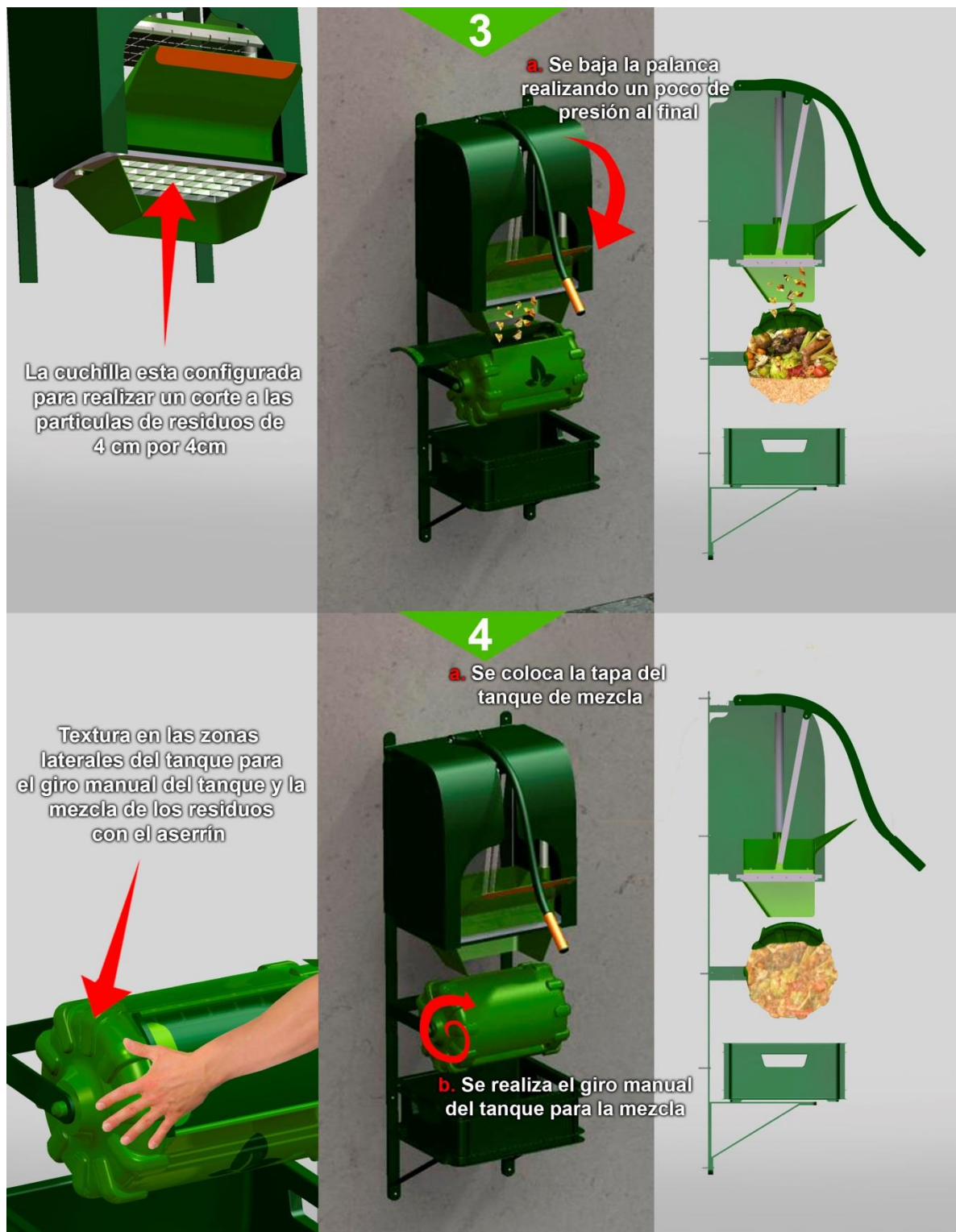


Figura 42. Funcionamiento del picador-mezclador paso 3 y 4 Fuente: Autor

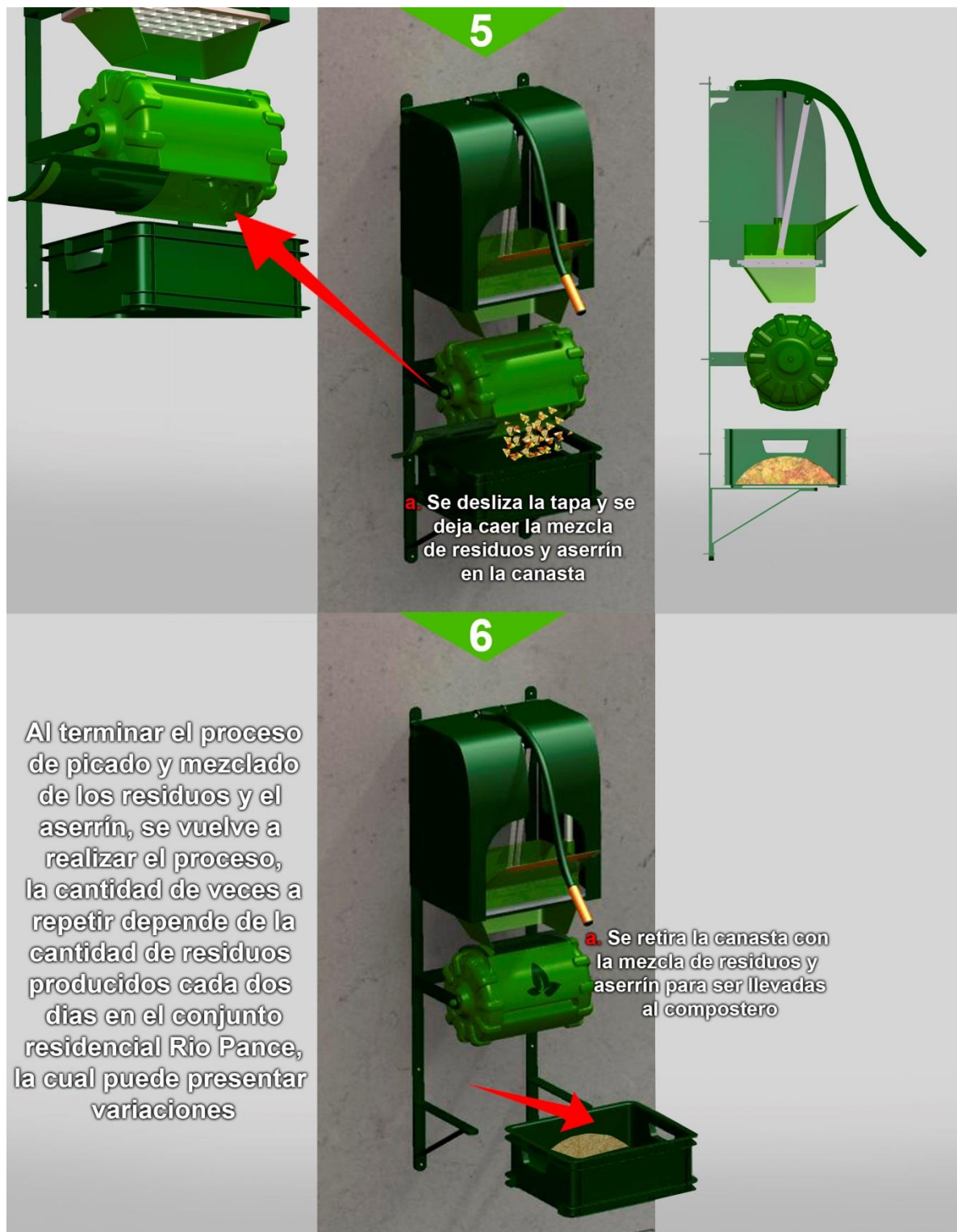


Figura 43. Funcionamiento del picador-mezclador paso 5 y 6 Fuente: Autor

Compostero

Después del proceso de picado y mezclado con aserrín en el picador – mezclador, la mezcla es llevada al compostero, el compostero es un recipiente cerrado con aireación convectiva, proceso que se explicó anteriormente en el desarrollo del proyecto en la parte de experimentación.

El compostero está conformado por una base con rodachines, para poder movilizarlo dentro del espacio en el que esté ubicado, en este caso en la unidad técnica de almacenamiento. Tiene un ingreso de la mezcla de residuos y aserrín por la parte superior donde se encuentra una tapa, la cual contiene en ella un filtro conformado por carbón, en su interior se encuentra una tubería perforada para la aireación, en la parte inferior se encuentra una puerta para la salida del compost resultante del proceso.

La estructura está conformada por paneles que se ensamblan entre ellos, el material del compostero es en su mayoría polietileno, el cual es resistente al impacto, también al incremento de temperatura que se genera en una de las etapas de compostaje, a continuación se mostrará más claramente las partes que conforman el compostero.

Figura 44. Compostero vista general



Fuente: Autor

Partes del compostero

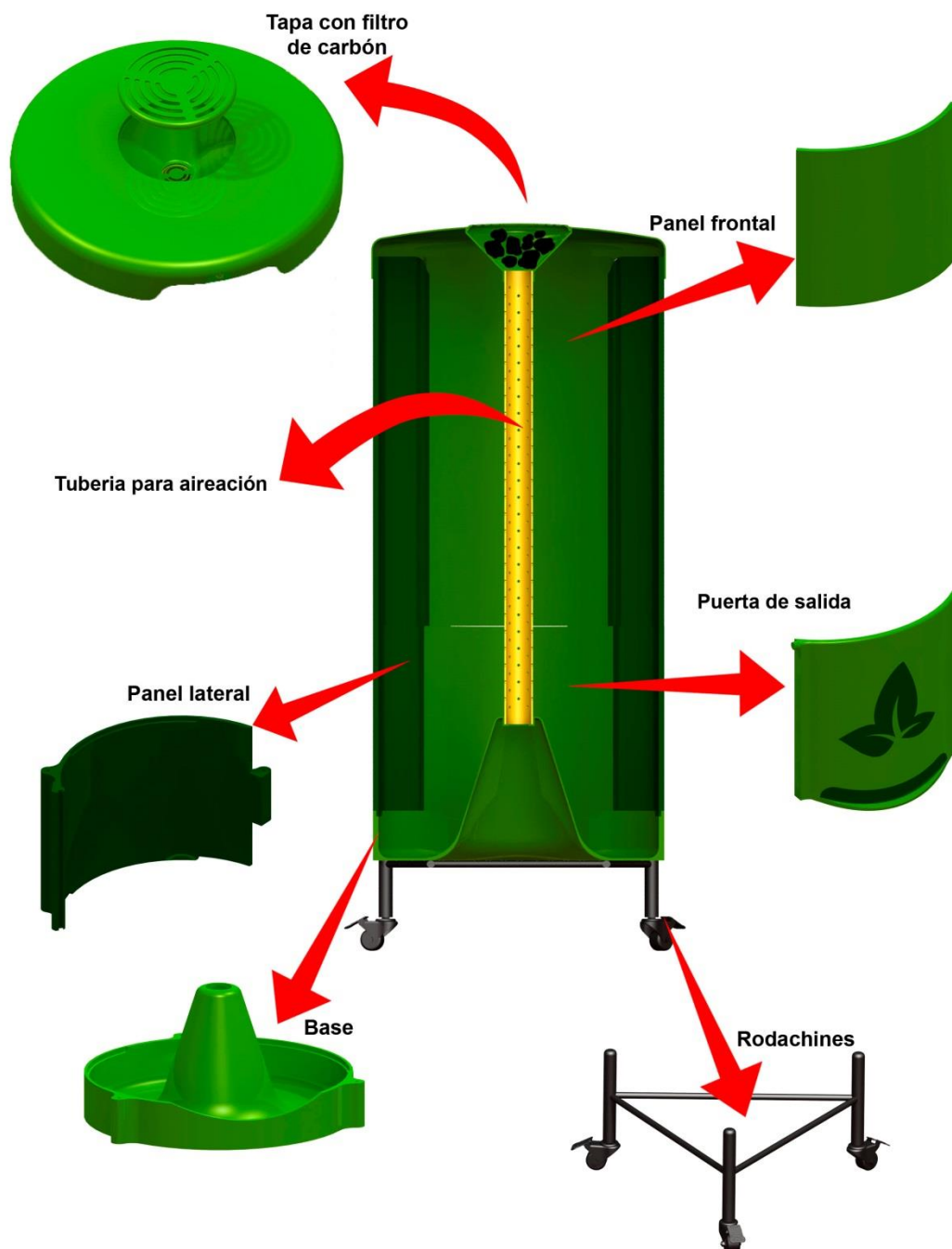


Figura 45. Partes del compostero Fuente: Autor

Funcionamiento

Para el tratamiento de los residuos orgánicos biodegradables se utilizan 4 composteros los cuales tienen una capacidad aproximada de 966 kg, es decir que en cada compostero se tratarían 241,5 kg, se usaría un compostero por semana, de tal manera que se lleve un proceso de compostaje ininterrumpido, cada compostero vendría enumerado del 1 al 4, de tal manera que el primer compostero en llenarse en un mes sería el primero en desocuparse, para darle espacio a nuevos residuos a tratar.

Figura 46. Composteros numerados



Fuente: Autor

Para todo el proceso de compostaje de cada compostero, es necesario registrar en algún formato o planilla los días en que son llenados cada compostero, para poder saber qué día se termina el proceso de compostaje en cada uno, y poder sacar el compost para llevarlo a la etapa de maduración.

Pasos

1. Se destapa el compostero, luego se llena la base del compostero con aserrín, aproximadamente unos 10 cm o hasta cubrir totalmente la base del compostero.

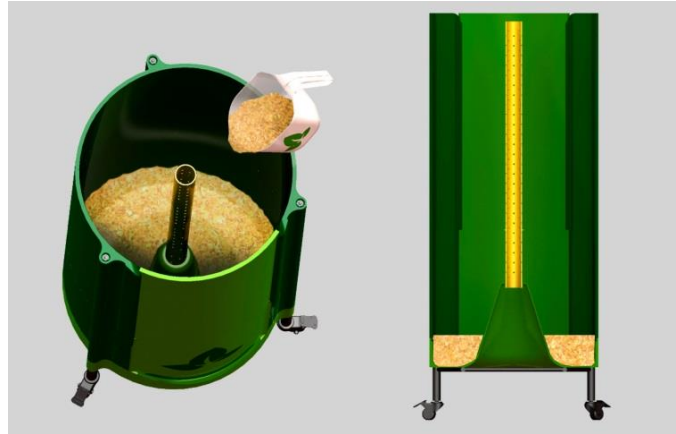


Figura 47. Proceso de compostaje. Paso 1 Fuente: Autor

2. Se llena el compostero con la mezcla de residuos orgánicos biodegradables y aserrín obtenidas del picador – mezclador.

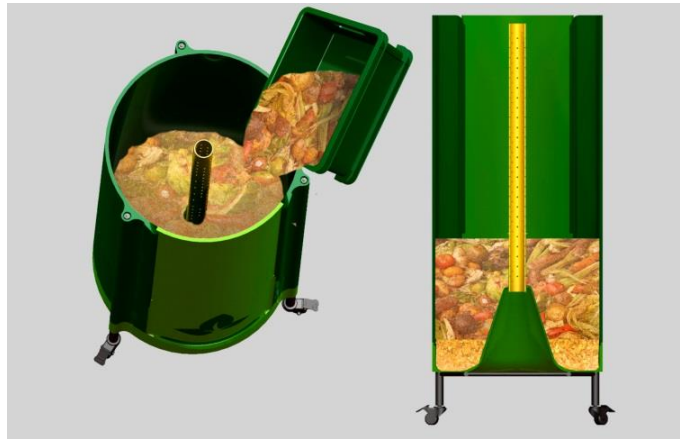


Figura 48. Proceso de compostaje. Paso 2 Fuente: Autor

3. Para cada día al terminar de llenar el compostero, se cubre la mezcla con aserrín.

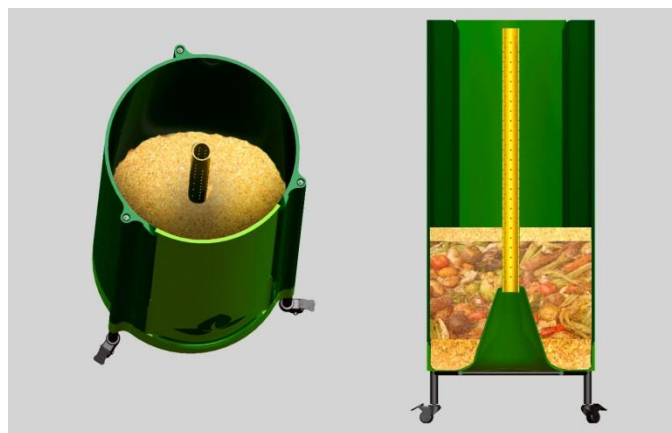


Figura 49. Proceso de compostaje. Paso 3 Fuente: Autor

4. Durante la semana se repiten los pasos anteriores hasta llenar totalmente el compostero, por último se cubre nuevamente la mezcla con una capa de aserrín, a partir de la última recarga de mezcla de residuos y aserrín realizada, se comienza a contar un mes, que es el tiempo que

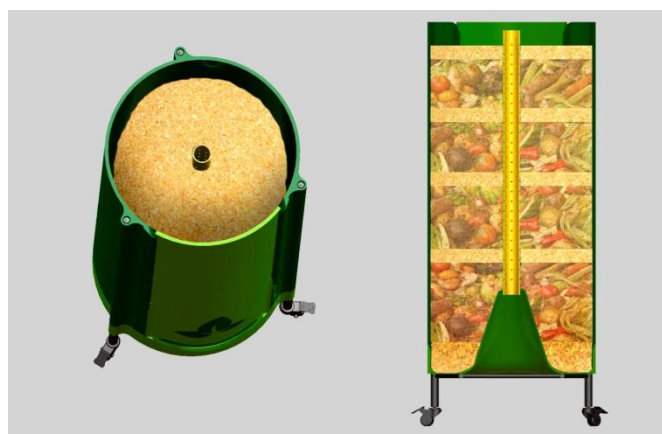
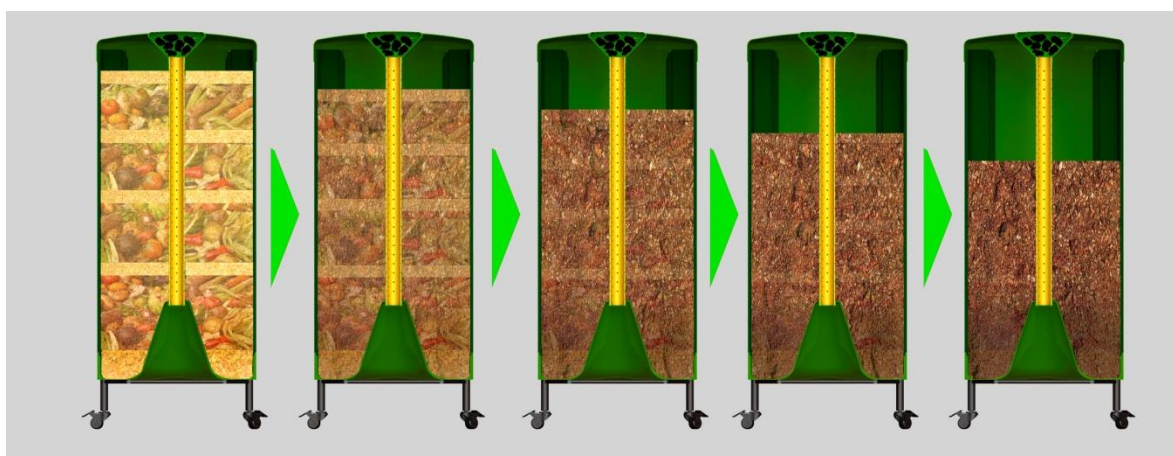


Figura 50. Proceso de compostaje. Paso 4 Fuente: Autor

dura el proceso de compostaje, así mismo se registra en algún formato o planilla, para conocer el tiempo en que será retirado el compost resultante.

Figura 51. Proceso de compostaje. Transición de residuos orgánicos biodegradables a compost



Fuente: Autor

Durante el proceso de compostaje, los residuos orgánicos biodegradables y el aserrín comenzaran a sufrir un proceso de degradación producida por microorganismos que comienzan a desarrollarse, los cuales son encargados de alimentarse de estos residuos e irlos convirtiendo en un material estable denominado compost, durante el proceso hay un incremento de la temperatura en el cual mueren algunos microorganismos para dar paso a otros nuevos, al final, el mismo proceso de compostaje se encarga de ir eliminando microorganismos presentes en el compost, finalmente el compost pierde humedad, razón por la cual la mezcla total

con la que se llenó al principio al finalizar el proceso de compostaje se reduce su tercera parte del volumen, y dependiendo de las condiciones de humedad, pH, relación carbono/ nitrógeno, aireación, se puede reducir el volumen hasta un 50%.

5. Al terminar el mes de llenado del primer compostero, es destapado por la puerta de salida, para sacar el compost se pueden utilizar herramientas de jardinería existentes en el conjunto como palas, rastrillo etc. Al destapar la puerta se coloca una canasta plástica debajo del compostero, donde será descargado el compost.

Esta canasta puede conseguirse en el mercado actual, se pueden apilar una sobre otra, de esta manera pueden irse apilando a medida que se vayan descargando los composteros, cuando están en la canasta entran a la etapa de maduración, esta etapa dura aproximadamente 15 días, para después poder ser usado para actividades de jardinería.



Figura 52. Descarga de compost del compostero Fuente: Autor



Figura 53. Canastas apiladas. Maduración Fuente: Autor

A continuación se mostraran los objetos que conforman la fase de tratamiento dentro de la unidad técnica de almacenamiento, para visualizar cómo se podrían configurar los objetos en el espacio, en la siguiente imagen se muestran los objetos dentro de la unidad técnica de almacenamiento y un modelo de persona de una estatura de 1,80 metros, de esta manera se puede ver la proporción que tendría una persona en ese espacio.

Figura 54. Objetos de la fase de tratamiento en la unidad técnica de almacenamiento Fuente: Autor



Los composteros pueden ubicarse de diferentes formas dependiendo de las condiciones espaciales, pueden colocarse desplegados contra la pared o juntos, dependiendo del espacio de la unidad técnica de almacenamiento que tenga cada conjunto residencial, por otro lado los composteros pueden ubicarse en otros espacios, tales como corredores o bodegas, siempre y cuando estén cubiertos de la lluvia y tengan acceso a buena ventilación.

Figura 55. Configuraciones de los composteros Fuente: Autor



12.4 Montaje

A continuación se presentará el montaje de aquellos objetos diseñados con varias piezas, es decir el mezclador – picador y el compostero.

Mezclador - picador

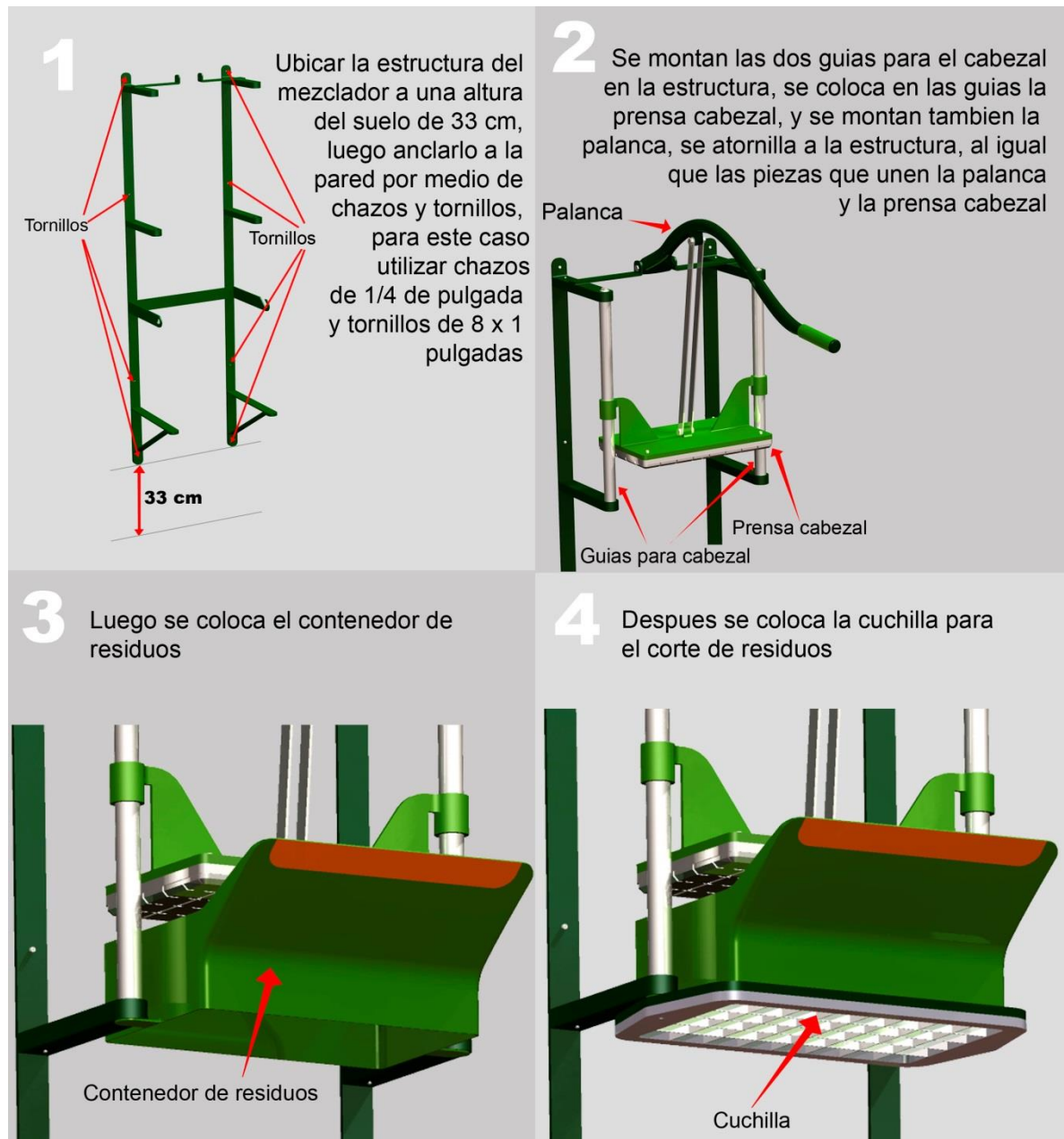
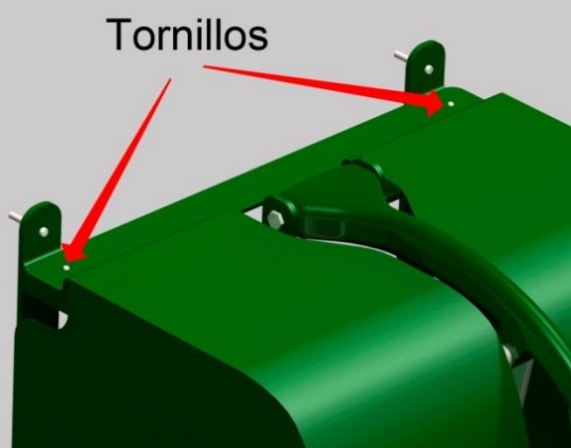


Figura 56. Montaje Mezclador-picador pasos 1, 2, 3 y 4 Fuente: Autor

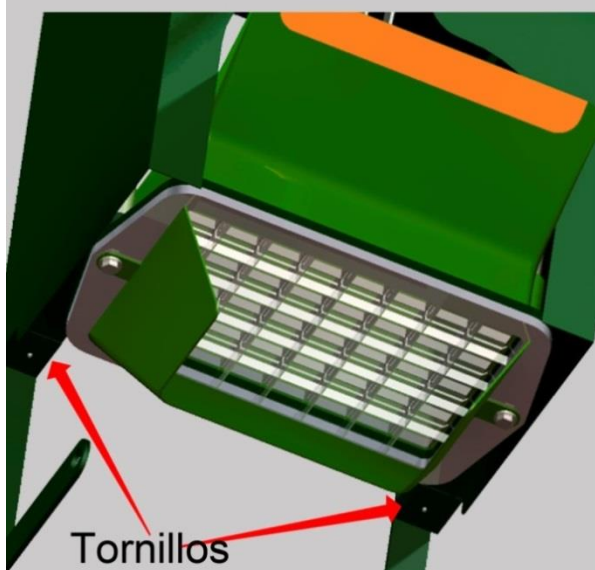
5 Luego se coloca la tolva debajo de la cuchilla para picar residuos



6 Al terminar de montar la parte interna del mezclador-picador se le coloca una carcasa, la cual se atornilla en la parte superior como lo indica la imagen



7 Y despues se atornilla la carcasa a la estructura en la parte inferior como se indica en la imagen



8 Por ultimo se monta el tanque para mezclar los residuos con el aserrín



Figura 57. Montaje Mezclador-picador pasos 5, 6, 7 y 8 Fuente: Autor

Compostero

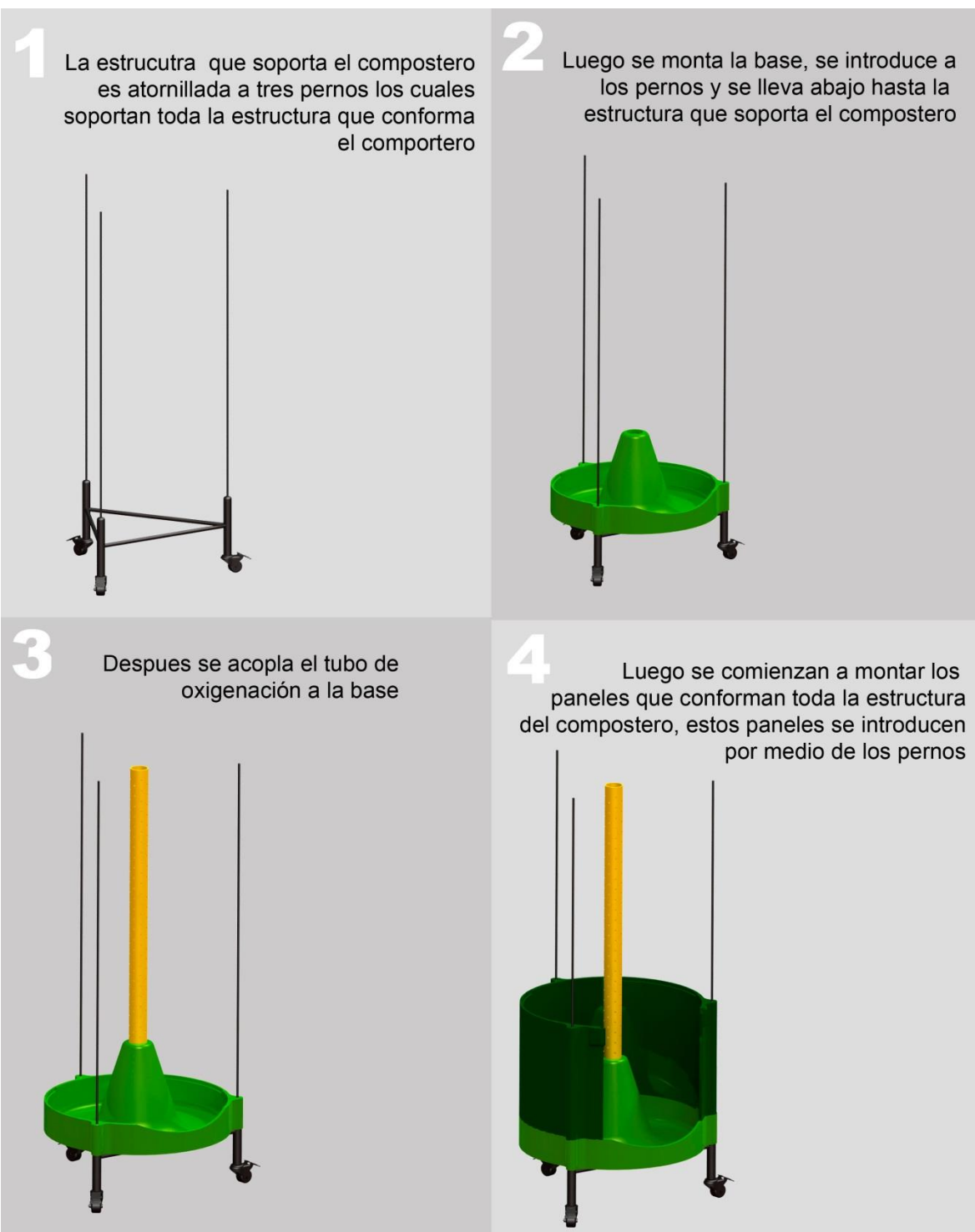
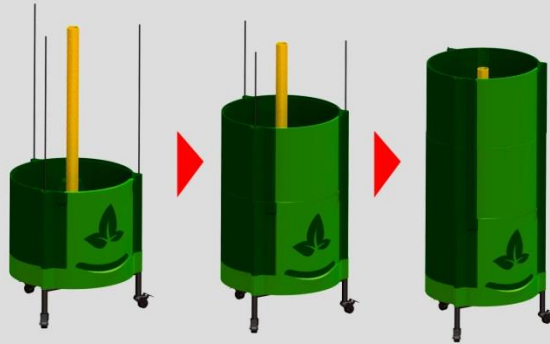
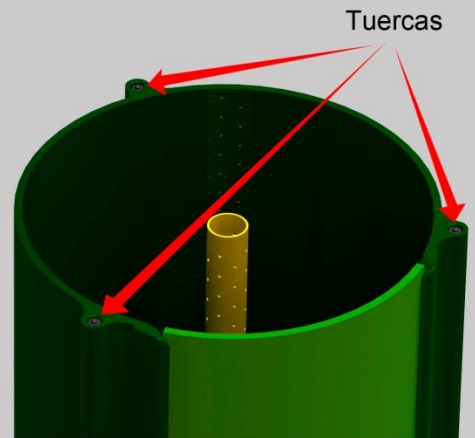


Figura 58. Montaje Compostero pasos 1, 2, 3 y 4 Fuente: Autor

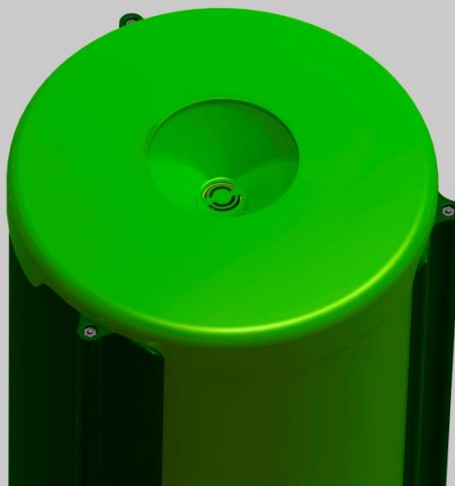
5 Luego se monta la puerta de salida del compost y los demás paneles laterales y frontales



6 Al terminar de montar los paneles laterales y frontales se aseguran los pernos con tuercas para dejar fija la estructura del compostero



7 Luego de tener montado el cuerpo del compostero procedemos a colocar la tapa la cual sera retirada cada vez que se cargue con residuos orgánicos y aserrín

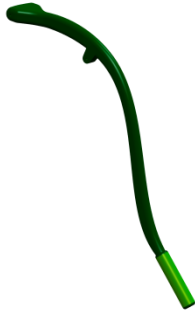


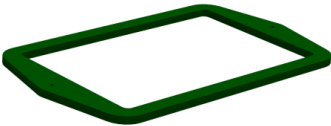
8 Dentro de la tapa encontraremos un deposito en el cual se ubicara el carbón de esta manera cumplira la función de filtro de olores si se llegan a presentar

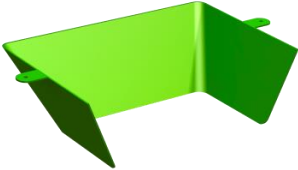


Figura 59. Montaje Compostero pasos 5, 6, 7 y 8 Fuente: Autor

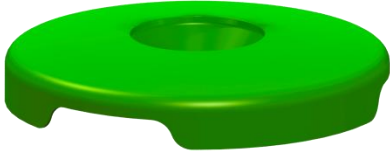
12.5 Partes y componentes

1. Recipiente para separación de residuos orgánicos		
	Proceso de fabricación	Material
	Extrusión soplado	Polipropileno
2. Mezclador - picador		
2.1. Estructura general		
	Proceso de fabricación	Material
	Doblado y soldado	Platina 3/16 x 1–1/2 pulgada
2.2. Guía para el cabezal		
	Material	
	Tubería de acero 1020	
2.3. Palanca		
	Proceso de fabricación	Material
	Fundición	Aluminio

2.4. Conexión de palanca a cabezal		
	Proceso de fabricación	Material
	Corte laser	Platina de 10,8 x 3 mm
2.5. Prensa cabezal		
	Proceso de fabricación	Material
	Fundición	Aluminio
2.6. Cabezal		
	Proceso de fabricación	Material
	Fundición	Aluminio
2.7. Soporte cuchilla		
	Proceso de fabricación	Material
	Fundición	Aluminio
2.8. Cuchilla		
	Proceso de fabricación	Material
	Corte laser	Acero inoxidable

2.9. Contenedor de residuos		
	Proceso de fabricación	Material
	Corte laser y doblado	Lámina de acero galvanizada calibre 22
2.10. Tolva		
	Proceso de fabricación	Material
	Corte laser y doblado	Lámina de acero galvanizada calibre 22
2.11. Carcasa		
	Proceso de fabricación	Material
	Corte laser y doblado	Lámina de acero galvanizada calibre 22
2.12. Tanque		
	Proceso de fabricación	Material
	Extrusión soplado	Polietileno de alta densidad
2.13. Tapa tanque		
	Proceso de fabricación	Material
	Inyección	Polietileno de alta densidad

3. Compostero		
3.1. Estructura base		
	Proceso de fabricación	Material
	Soldadura	Tubería de acero 1020 de 1 pulgada, varilla de acero de 13 mm y rodachines de silicona de 1 pulgada.
3.2. Base		
	Proceso de fabricación	Material
	Inyección	Polietileno de alta densidad
3.3. Panel frontal		
	Proceso de fabricación	Material
	Inyección	Polietileno de alta densidad
3.4. Panel lateral		
	Proceso de fabricación	Material
	Inyección	Polietileno de alta densidad
3.5. Tapa inferior		
	Proceso de fabricación	Material
	Inyección	Polietileno de alta densidad

3.6. Tapa superior		
	Proceso de fabricación	Material
	Inyección	Polietileno de alta densidad
3.7. Tapa filtro		
	Proceso de fabricación	Material
	Inyección	Polietileno de alta densidad
3.8. Tubería filtro		
	Material	
	Tubería de PVC	

VIABILIDAD DEL SISTEMA

A continuación se plantearán las formas en las que podría ser implementado el proyecto del sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos biodegradables para el estudio de caso del conjunto residencial “Rio Pance” de la comuna 22 de Santiago de Cali, se plantean entonces tres formas, desde las políticas públicas, desde el nivel privado y la auto financiación.

- **Desde las políticas públicas:**

El sistema podría implementarse por medio de políticas públicas dentro de los programas de residuos en Santiago de Cali avalados por entidades medioambientales como el DAGMA o entidades como la Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental ACODAL, las cuales podrían financiar este tipo de sistemas en los conjuntos residenciales de Santiago de Cali como estrategia para la reducción de residuos orgánicos biodegradables que llegan al relleno sanitario, igualmente tendrían que realizarse estudios acerca de la producción de los residuos orgánicos biodegradables en las viviendas, como también estudios de mercado para el uso que se le podría dar al resultado del tratamiento de estos residuos tales como el compost o el biogás.

Sería de suma importancia observar cómo se implementaron este tipo de proyectos en otros contextos, tal es el caso del sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos biodegradables en el sector urbano del Valle de Aburrá liderado por ACODAL y apoyado por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, de esta manera se podrían observar qué lineamientos fueron determinantes para el éxito de ese proyecto y como se podría implementar al contexto de los conjuntos residenciales de Santiago de Cali.

- **Desde el nivel privado:**

El proyecto podría implementarse por medio de empresas privadas que podrían encargarse de dar el sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos biodegradables como un servicio, es decir que la empresa se encargaría de prestar todos los objetos que conforman el sistema y encargarse también de su mantenimiento, a cambio podrían beneficiarse con el compost resultante del tratamiento, una parte podría quedarse en el conjunto residencial y la otra parte para la empresa encargada del sistema.

- **Auto financiación:**

El proyecto podría ser auto financiado por los habitantes del conjunto residencial. Teniendo en cuenta que de principio se requiere de una inversión a parte de las que normalmente realiza el conjunto residencial para su mantenimiento, podrían ir comprando poco a poco los objetos que hacen parte del sistema, por ejemplo se podría comenzar con la compra de los objetos que hacen parte de la fase de tratamiento, es decir el mezclador – picador y el compostero, los demás objetos del resto de fases del sistema podrían ser reemplazados mientras tanto por los objetos que actualmente usan, tales como las bolsas para la separación al interior de cada vivienda y la carreta para el transporte. Con el paso del tiempo se comprarían el resto de objetos que integran el sistema.

CONCLUSIONES

- Por medio de la investigación de la situación actual sobre el manejo de los residuos sólidos en Santiago de Cali se pudo identificar la problemática del desperdicio de los residuos orgánicos biodegradables que actualmente llegan al relleno sanitario sin ninguna posibilidad de aprovechamiento y también la contaminación de los residuos reciclables con los residuos orgánicos debido a la no separación en la fuente de generación, de esta manera se planteó la necesidad de una intervención a partir del diseño industrial que buscara aprovechar estos residuos y a su vez poder darle utilidad en contextos como lo son las zonas verdes de los conjuntos residenciales de la comuna 22.
- Es importante implementar políticas públicas en Santiago de Cali donde se le de relevancia al aprovechamiento de los residuos orgánicos biodegradables en los programas de gestión de residuos, teniendo en cuenta que actualmente más del 50% de los residuos sólidos urbanos son de origen orgánico y a su vez son los que causan mayores impactos medioambientales y costos asociados al tratamiento por medio de sistemas de captación de gas metano, recolección y tratamiento de lixiviados, control de roedores , olores y moscas. Además a través de la ejecución de proyectos de aprovechamiento de residuos orgánicos biodegradables, se podrían evidenciar ahorros y beneficios logrados desde el ámbito económico, social y ambiental ya que miles de toneladas de residuos orgánicos dejarían de llegar al relleno sanitario Colomba- El Guabal en Yotóco, y estas a su vez podrían ser transformadas en compost, el cuál puede ser útil para el abono de las plantas y también para la recuperación de suelos degradados.
- Actualmente en algunas viviendas del conjunto residencial Rio Pance se evidencian prácticas con respecto al manejo de los residuos orgánicos como el uso de recipientes o bolsas para la separación temporal y desecho de los residuos durante la preparación de alimentos, estas prácticas demuestran que existen

principios de separación que parten de una acción que facilita el manejo de los residuos mientras se preparan los alimentos, de esta manera se puede concluir que un sistema como el que se propone podría adaptarse a las prácticas de separación que se realizan actualmente dentro de las viviendas, en este caso la adaptación del recipiente propuesto en la fase de separación dentro de las viviendas. Por otra parte existen otras prácticas como el uso de los residuos orgánicos como alimento para mascotas o el uso de cascara de huevo para las plantas, lo cual demuestra que existe una conciencia con respecto a la importancia del aprovechamiento de estos residuos y al hecho de que pueden tener un destino diferente al que actualmente se le viene dando.

- El sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos biodegradables plantea nuevas prácticas para el manejo de los residuos en el conjunto residencial Rio Pance, tales como la separación de los residuos orgánicos biodegradables, la recolección selectiva y su tratamiento, sin embargo se plantea que estas nuevas prácticas vengán acompañadas de incentivos económicos, sociales y ambientales, tales como la reducción del costo de la tarifa de recolección de los residuos teniendo en cuenta que se deja de producir un volumen considerable, también la posible venta del compost resultante del tratamiento a otros conjuntos residenciales cercanos, el aprendizaje y la conciencia medioambiental del aprovechamiento de los residuos y por último la mejora de las zonas verdes y de los jardines de cada vivienda del conjunto residencial.
- El sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos biodegradables está planteado para que funcione en el contexto de los conjuntos residenciales de casas de la comuna 22, sin embargo este sistema podría adaptarse a otros contextos como lo serían conjuntos residenciales de apartamentos, en donde se presentarían algunas variaciones con respecto a las fases que conforman el sistema, en este caso podrían omitirse algunas fases como el transporte o la fase de almacenamiento.

- Para el desarrollo y montaje de sistemas de aprovechamiento de residuos orgánicos biodegradables es necesario replantear conceptos errados que tienen las personas sobre el compostaje, tales como los malos olores, los vectores o la presencia de líquidos, puesto que ya existen principios técnicos y científicos que permiten la construcción y el diseño de procesos de compostaje que permiten el control de los olores y de los líquidos, también hay que tener en cuenta que para estos procesos es necesario tener un buen manejo durante la mezcla y homogenización de los residuos en la fase de preparación, también de la humedad, la oxigenación, la relación carbono nitrógeno y la maduración del compost.

ANEXO 1

FICHA TÉCNICA ENTREVISTAS

Lugar: Conjunto Residencial Rio Pance

Fecha de realización: 1 y 5 de octubre de 2014

Encargado/a: Jaime Andrés Lozano Trejos

Cantidad de entrevistas: 21 entrevistas realizadas en las viviendas del conjunto residencial.

Método de recolección de información: Investigación cualitativa/sondeo cualitativo

Técnicas de recolección de información:

- Observación/Observación participante: Reconocimiento del entorno-observación general, salidas de campo.
- Entrevista participativa semi estructurada/ entrevistas individuales (entrevistas a los usuarios)

Entrevistas dirigidas a: Empleadas de servicio, amas de casa y en general las personas encargadas de la preparación de alimentos en la vivienda.

Objetivo:

- Conocer como es el manejo de los residuos sólidos al interior de las viviendas del conjunto residencial.
- Conocer cuáles son las dinámicas de recolección y desecho de los residuos sólidos y en especial de los residuos orgánicos en las viviendas del conjunto residencial.

ANEXOS 2

FORMATO DE ENTREVISTA

Conjunto Residencial Rio Pance. Casa_____

1. ¿Cuántas personas viven en la casa?

2. ¿Quién es la persona encargada del manejo de residuos sólidos generados en la vivienda?

3. ¿Separa los Residuos Sólidos?

SI___ NO___

Si la respuesta es SI. ¿Qué tipos de residuos separa?

4. ¿Cómo se realiza el almacenamiento de residuos orgánicos durante la preparación de alimento?

5. Preparación de Alimentos

Prácticas

Acción	Implementos	Ubicación
Pelar		
Lavar		
Picar		
Colar		

6. ¿Qué manejo le da a los residuos orgánicos de post consumo (Alimento preparado)?_____

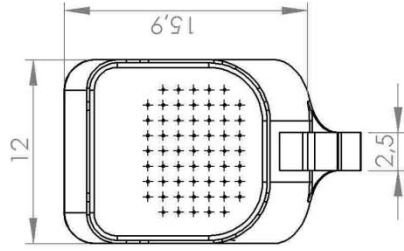
7. Frecuencia

Registro fotográfico

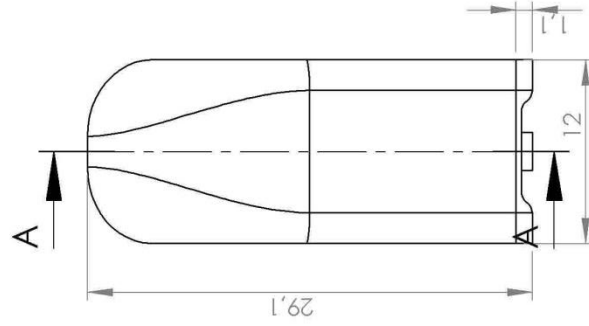
- Almacenamiento general_____
- Ubicación: _____
- Almacenamiento temporal _____
- Ubicación: _____
- Separación_____
- Ubicación: _____
- Cocina_____
- Ubicación: _____
- Jardín_____

ANEXO 3

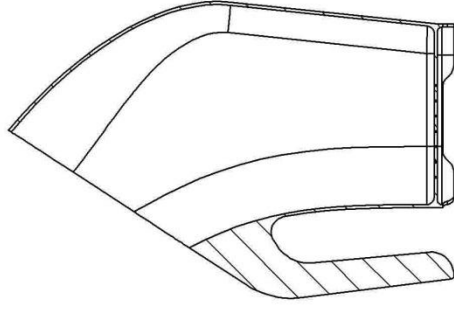
PLANOS TÉCNICOS



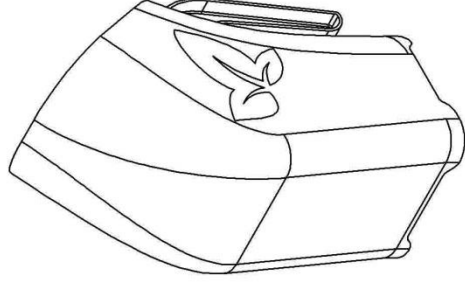
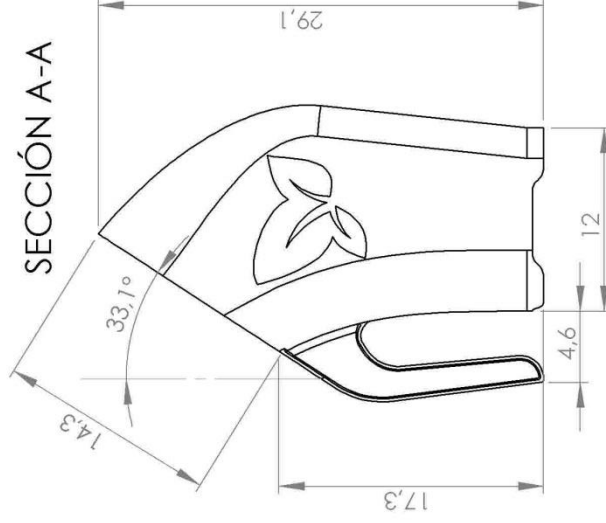
Vista superior



Vista frontal

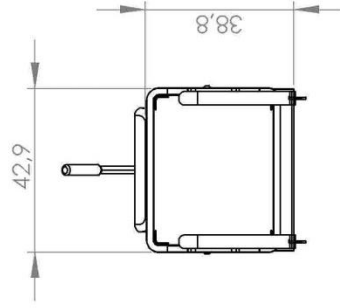


Vista lateral

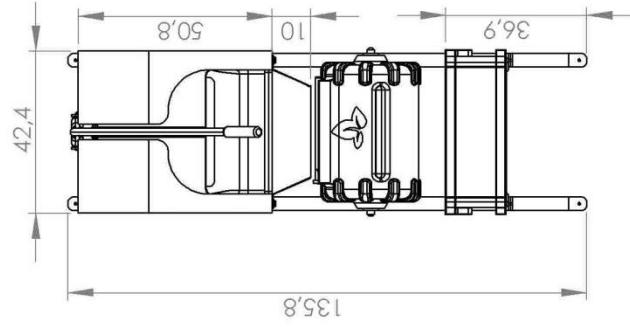


Vista isométrica

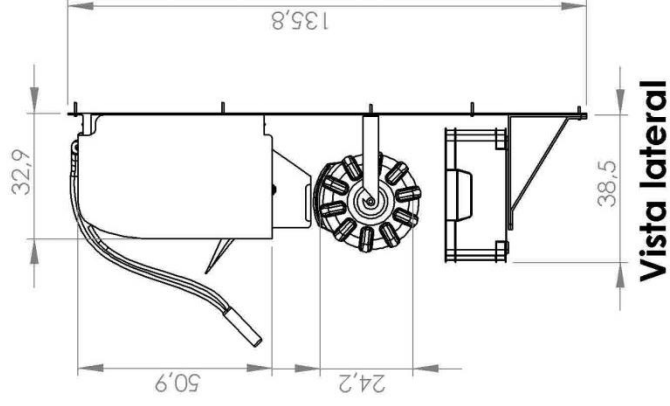
04 de Agosto de 2015	Institución: UNIVERSIDAD DEL VALLE
Dibujo: JAIME ANDRÉS LOZANO T	Proceso: Extrusión soplado
Revisión: MIGUEL URIBE	Dimensiones: Centímetros
Número de plano: 001	Nombre de la pieza: RECIPIENTE PARA SEPARACIÓN
Material: Polipropileno	



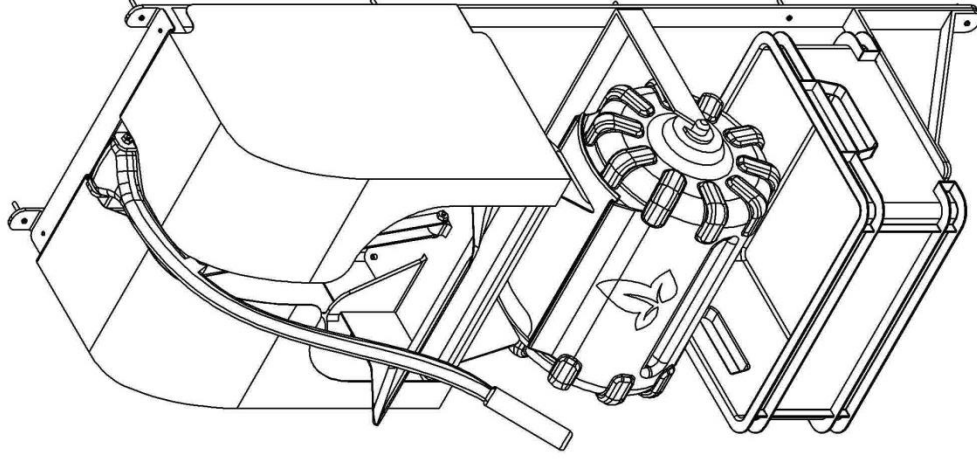
Vista superior



Vista frontal

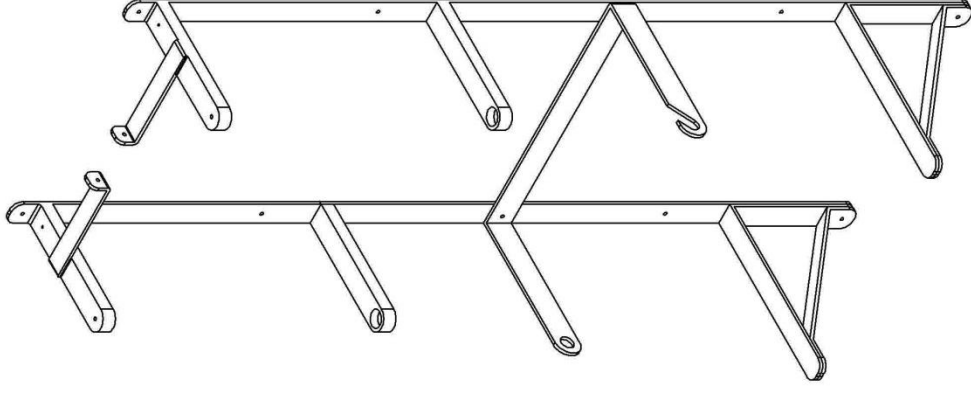
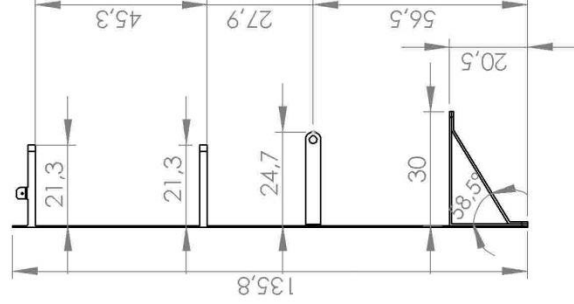
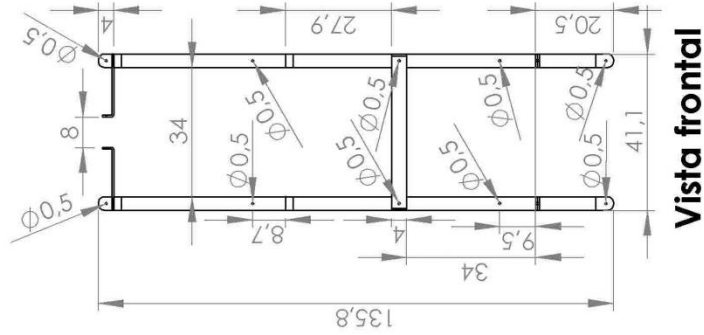
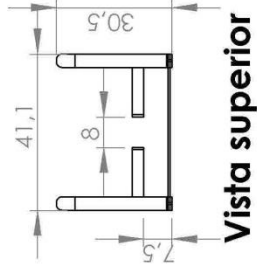


Vista lateral



**Vista isométrica
Escala 1:10**

04 de Agosto de 2015	Institución: UNIVERSIDAD DEL VALLE		
Dibujo: JAIME ANDRÉS LOZANO T	Proceso: Ensamble		
Revisión: MIGUEL URIBE	Escala: 1:20	Dimensiones: Centímetros	
Número de plano: 002	Nombre de la pieza: ENSAMBLE MEZCLADOR- PICADOR		
Material: General			



Escala 1:10

04 de Agosto de 2015	Institución: UNIVERSIDAD DEL VALLE
Dibujo: JAIME ANDRÉS LOZANO T	Proceso: Doblado y soldado
Revisión: MIGUEL URIBE	Escala: 1:20
Número de plano: 003	Dimensiones: Centímetros
Material: Platina 3/16x1-1/2 pulgada	Nombre de la pieza: ESTRUCTURA GENERAL



Vista superior



Vista frontal

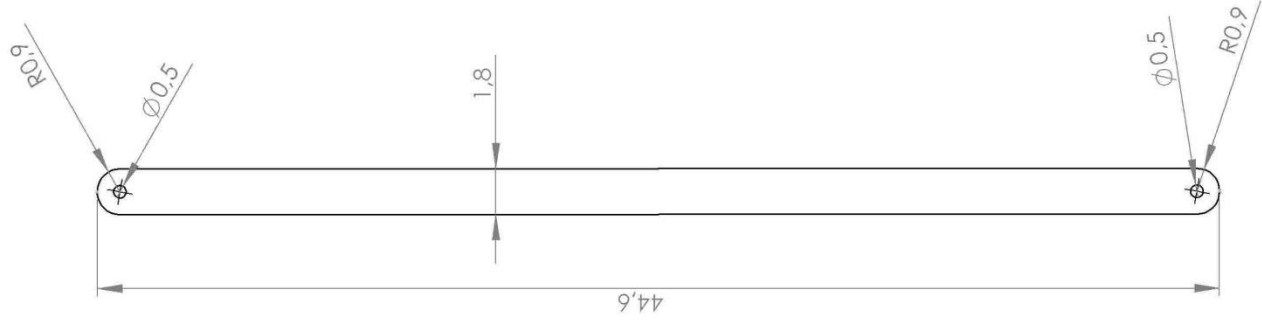


Vista isométrica

04 de Agosto de 2015	Institución: UNIVERSIDAD DEL VALLE		
Dibujo: JAIME ANDRÉS LOZANO T	Proceso:		
Revisión: MIGUEL URIBE	Escala: 1:5	Dimensiones: Centímetros	
Número de plano: 004	Nombre de la pieza: GUIA PARA EL CABEZAL		
Material: Tubería de acero 1020			



04 de Agosto de 2015	Institución: UNIVERSIDAD DEL VALLE		
Dibujo:	JAIME ANDRÉS LOZANO T	Proceso:	Fundición
Revisión:	MIGUEL URIBE	Escala:	1:10
Número de plano:	005	Dimensiones:	Centímetros
Material:	Aluminio	Nombre de la pieza:	PALANCA



Vista frontal

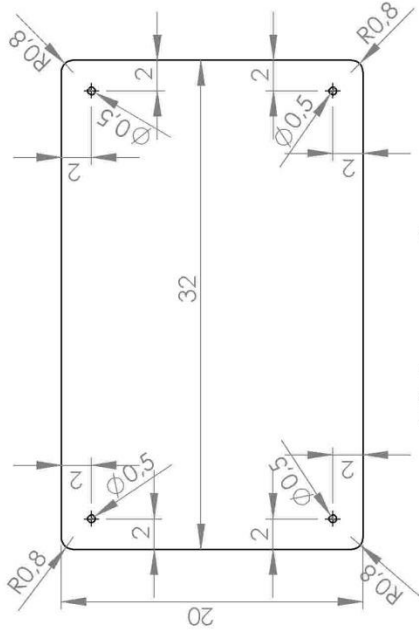


Vista lateral

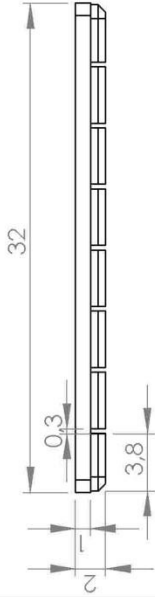


Vista isométrica

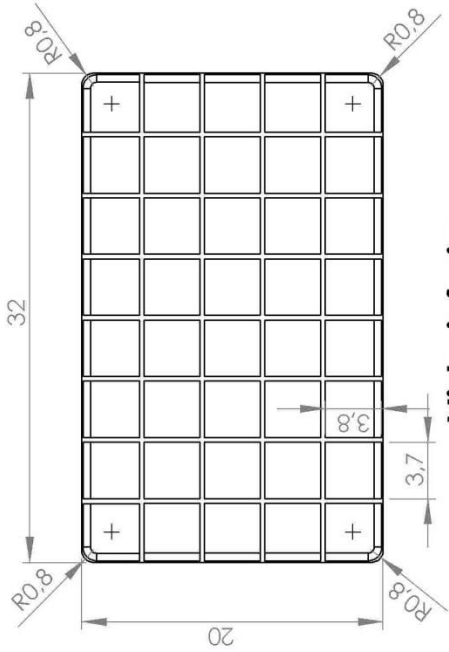
04 de Agosto de 2015	Institución: UNIVERSIDAD DEL VALLE		
Dibujo: JAIME ANDRÉS LOZANO T	Proceso: Corte laser		
Revisión: MIGUEL URIBE	Escala: 1:3	Dimensiones: Centímetros	
Número de plano: 006	Nombre de la pieza: CONEXIÓN DE PALANCA A CABEZAL		
Material: Platina de 10,8 x 3 mm			



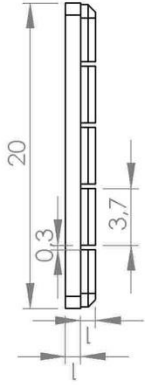
Vista superior



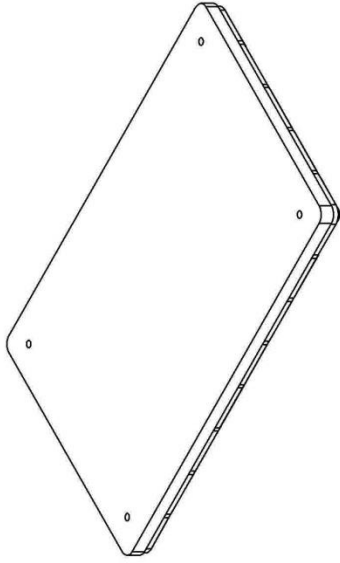
Vista frontal



Vista inferior

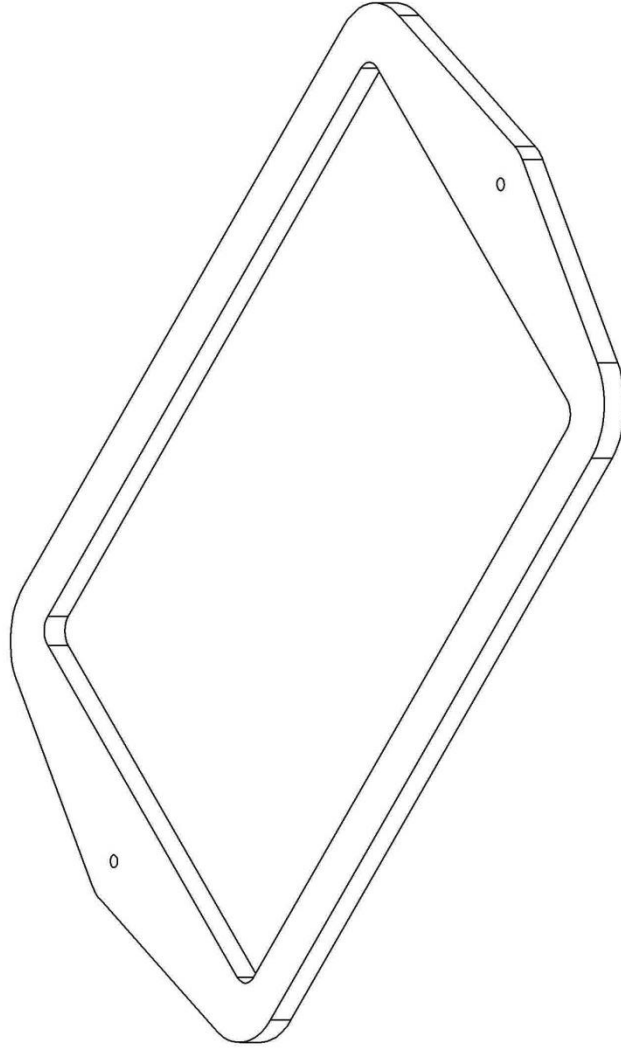


Vista lateral

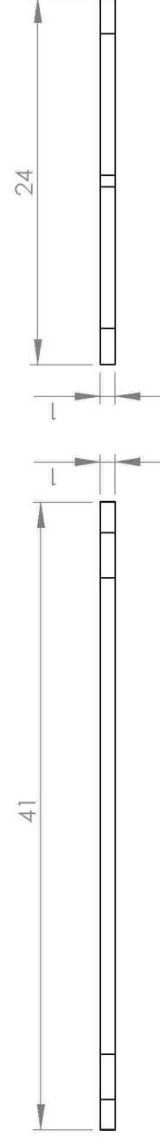


Vista isométrica

04 de Agosto de 2015	Institución: UNIVERSIDAD DEL VALLE		
Dibujo: JAIME ANDRÉS LOZANO T	Proceso: Fundición		
Revisión: MIGUEL URIBE	Escala: 1:5	Dimensiones: Centímetros	
Número de plano: 008	Nombre de la pieza: CABEZAL		
Material: Aluminio			



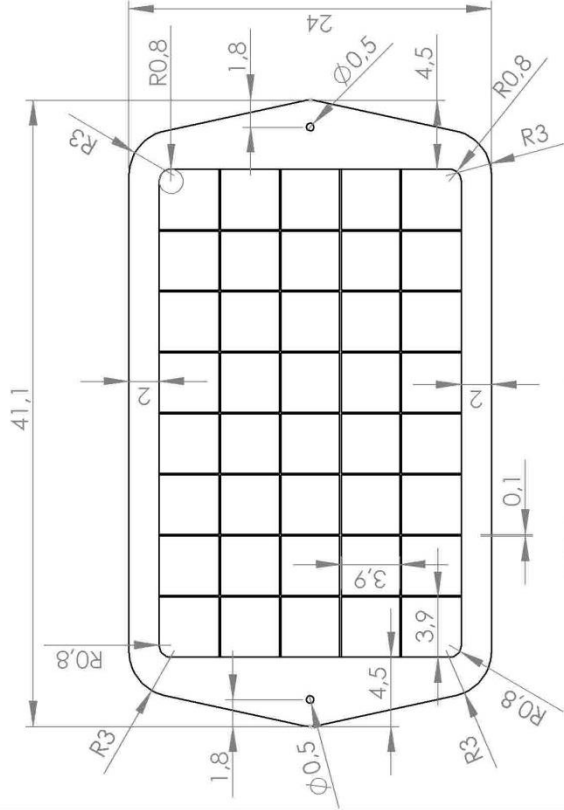
Vista isométrica
Escala: 1:3



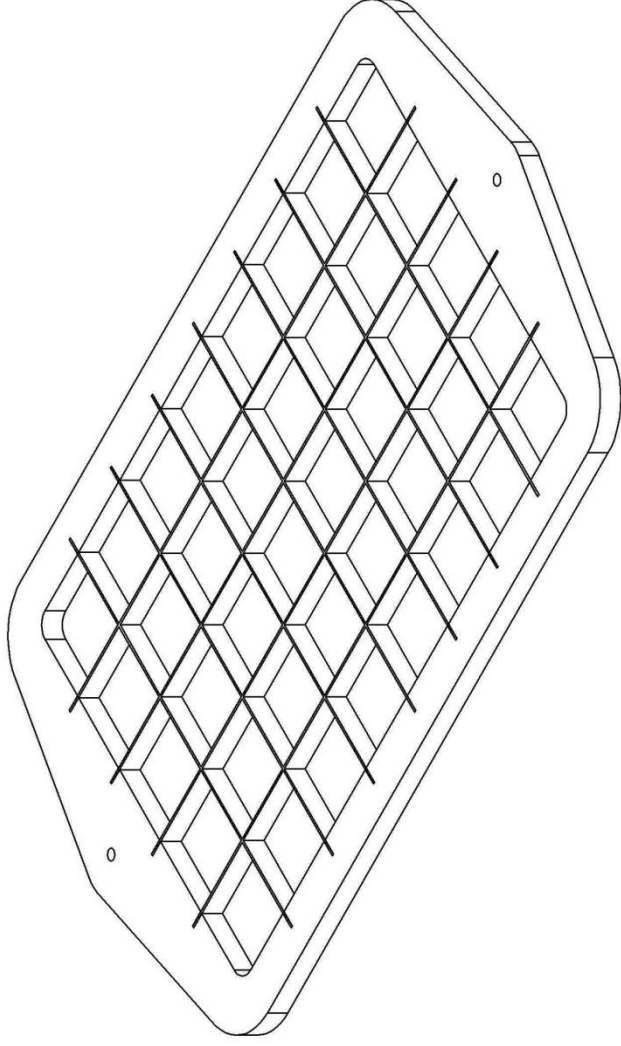
Vista frontal

Vista lateral

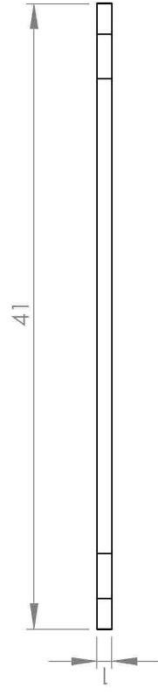
04 de Agosto de 2015	Institución: UNIVERSIDAD DEL VALLE		
Dibujo: JAIME ANDRÉS LOZANO T	Proceso: Fundición		
Revisión: MIGUEL URIBE	Escala: 1:5	Dimensiones: Centímetros	
Número de plano: 009	Nombre de la pieza: SOPORTE CUCHILLA		
Material: Aluminio			



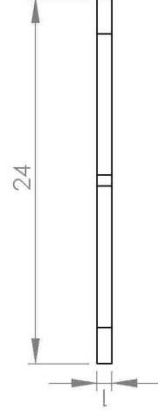
Vista superior



Vista isométrica
Escala: 1:3

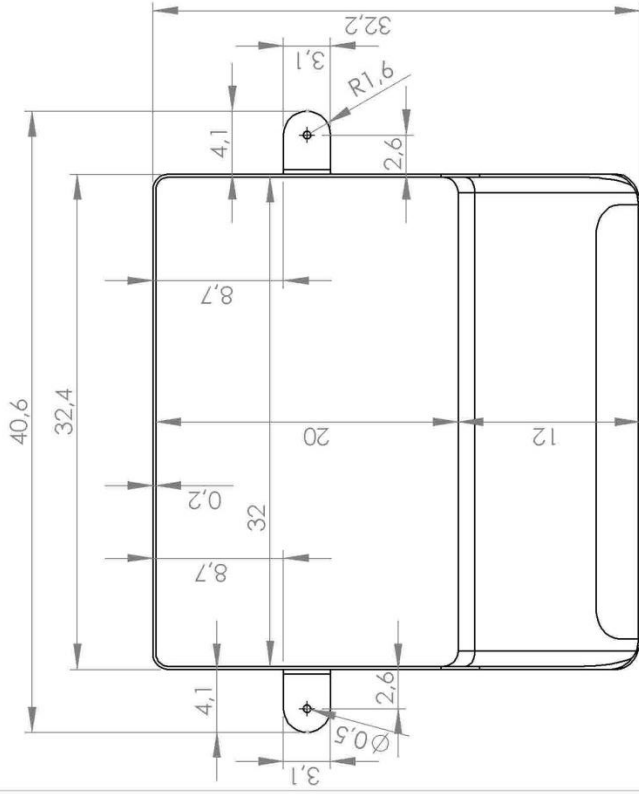


Vista frontal

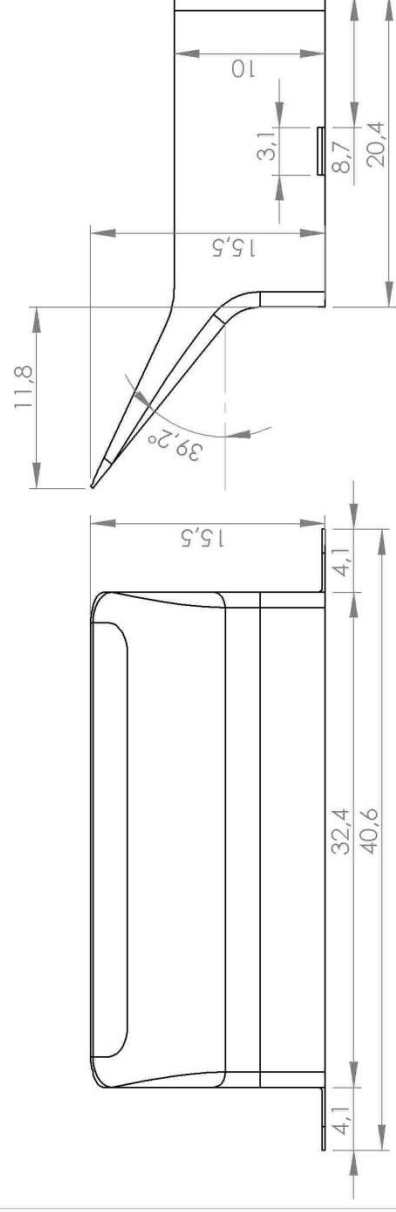
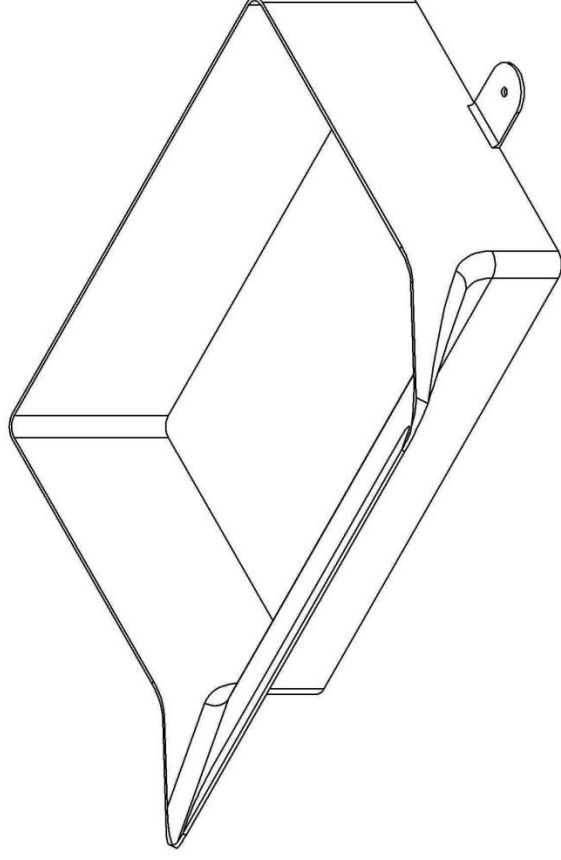


Vista lateral

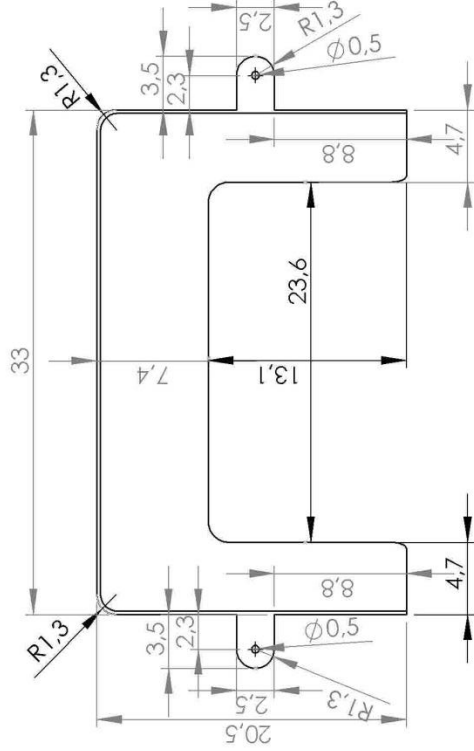
04 de Agosto de 2015	Institución: UNIVERSIDAD DEL VALLE		
Dibujo: JAIME ANDRÉS LOZANO T	Proceso: Corte laser		
Revisión: MIGUEL URIBE	Escala: 1:5	Dimensiones: Centímetros	
Número de plano: 010	Nombre de la pieza: CUCHILLA		
Material: Acero inoxidable			



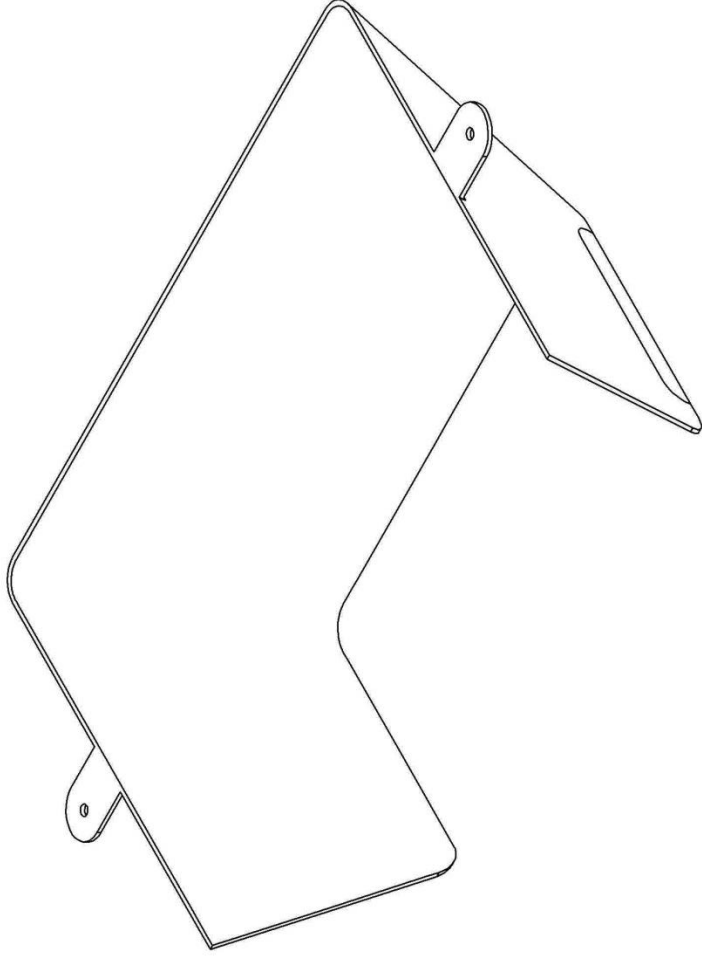
Vista superior



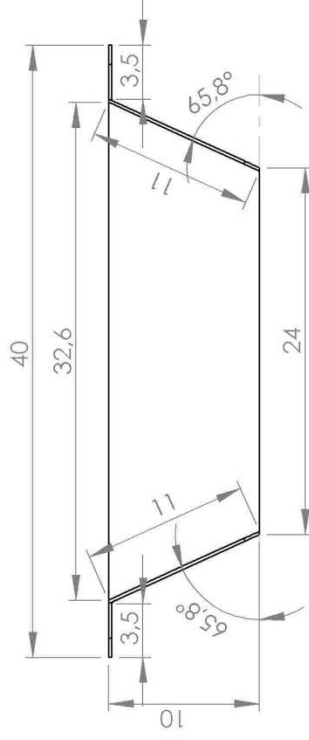
04 de Agosto de 2015	Institución: UNIVERSIDAD DEL VALLE
Dibujo: JAIME ANDRÉS LOZANO T	Proceso: Corte laser y doblado
Revisión: MIGUEL URIBE	Escala: 1:5
Número de plano: 011	Dimensiones: Centímetros
Material: Lamina de acero galvanizada calibre 22	Nombre de la pieza: CONTENEDOR DE RESIDUOS



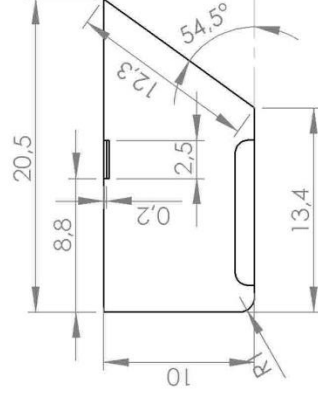
Vista superior



**Vista isométrica
Escala: 1:3**

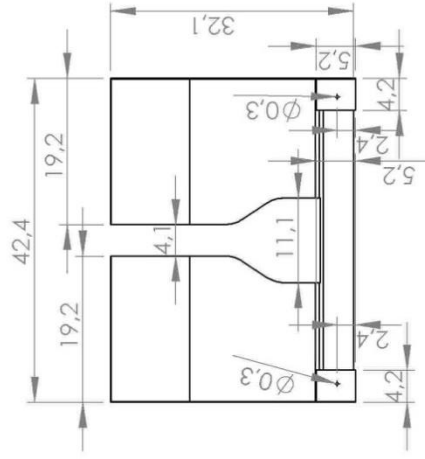


Vista frontal

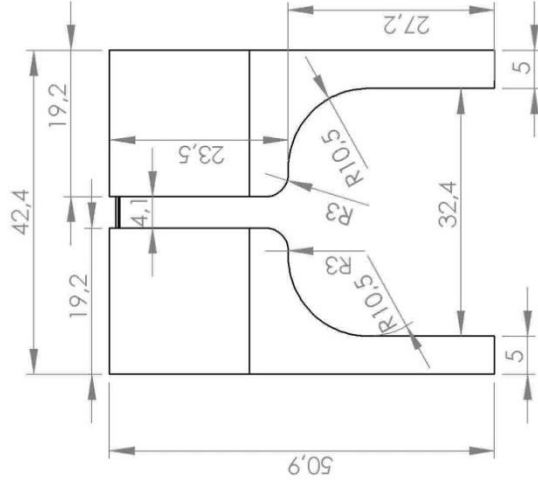


Vista lateral

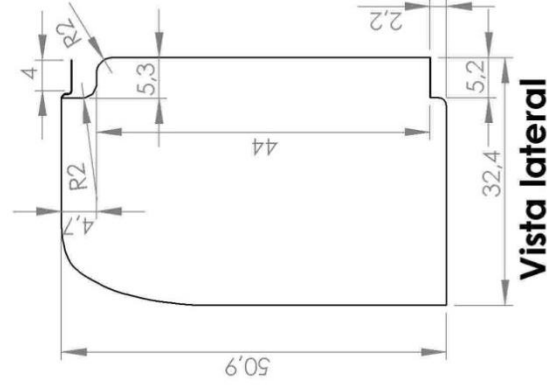
04 de Agosto de 2015	Institución: UNIVERSIDAD DEL VALLE
Dibujo: JAIME ANDRÉS LOZANO T	Proceso: Corte laser y doblado
Revisión: MIGUEL URIBE	Escala: 1:5
Número de plano: 012	Dimensiones: Centímetros
	Nombre de la pieza: TOLVA
	Materia: Lámina de acero galvanizada calibre 22



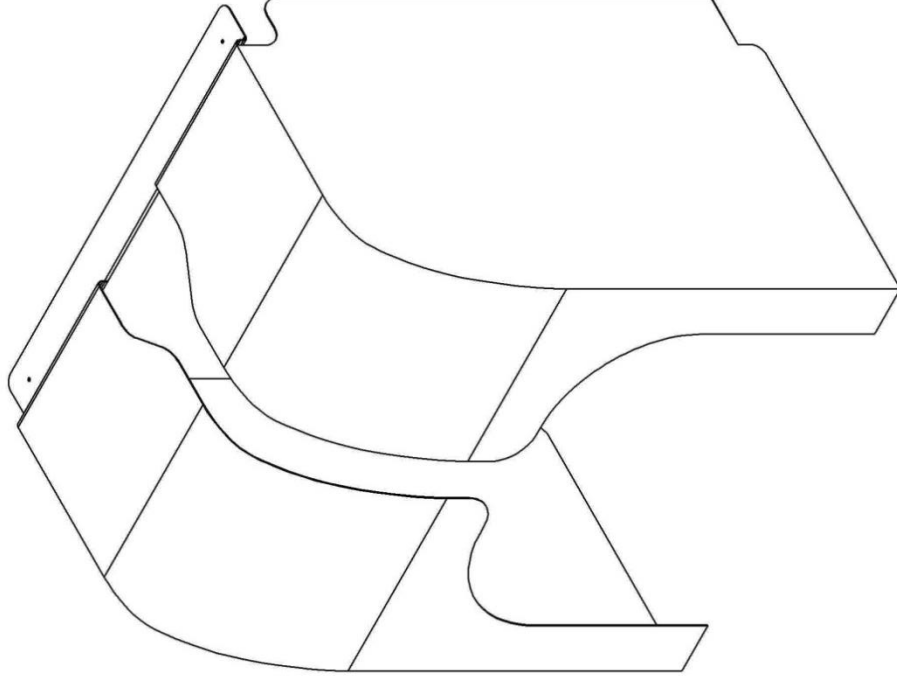
Vista superior



Vista frontal

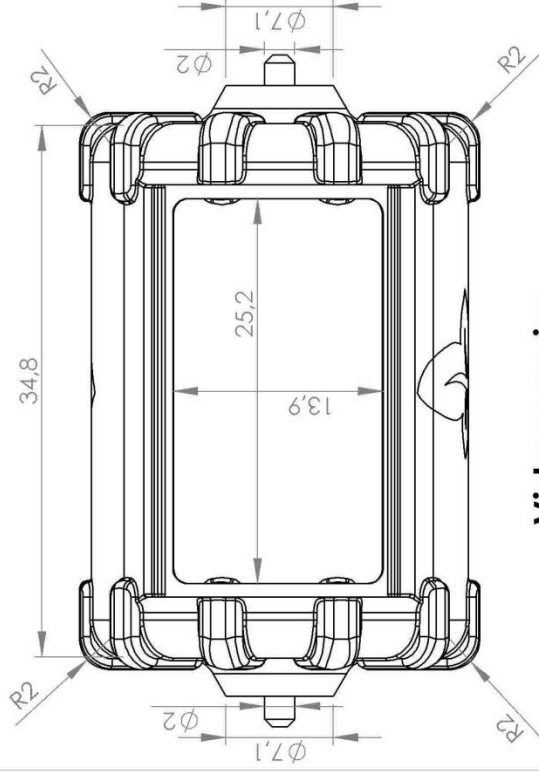


Vista lateral

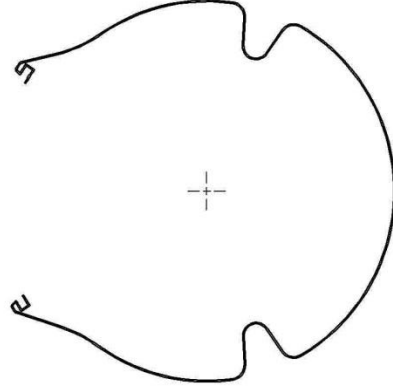


**Vista isométrica
Escala: 1:6**

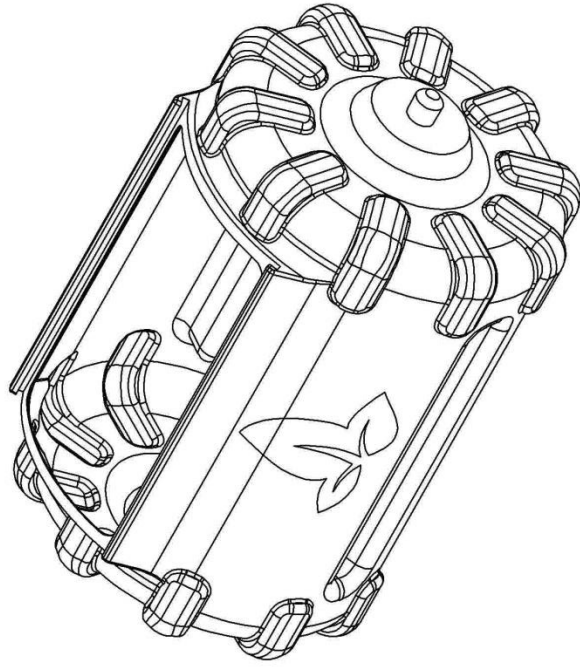
04 de Agosto de 2015	Institución: UNIVERSIDAD DEL VALLE		
Dibujo: JAIME ANDRÉS LOZANO T	Proceso: Corte laser y doblado		
Revisión: MIGUEL URIBE	Escala: 1:10	Dimensiones: Centímetros	
Número de plano: 013	Nombre de la pieza: CARCASA		
Material: Lámina de acero galvanizada calibre 22			



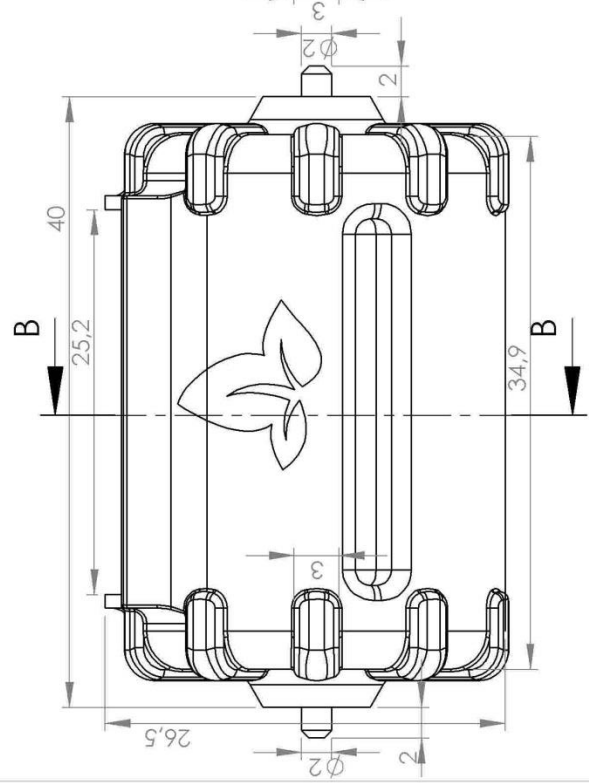
Vista superior



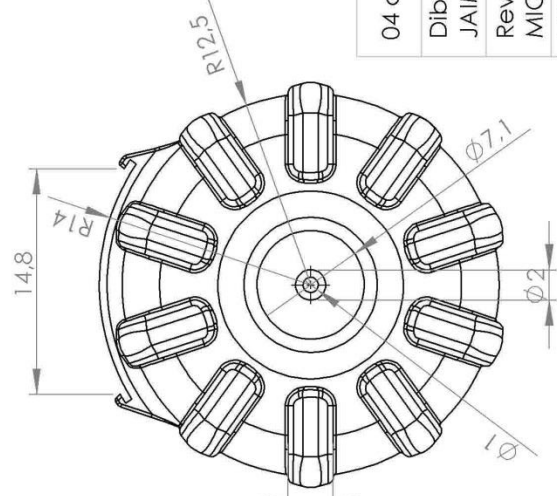
SECCIÓN B-B



Vista isométrica

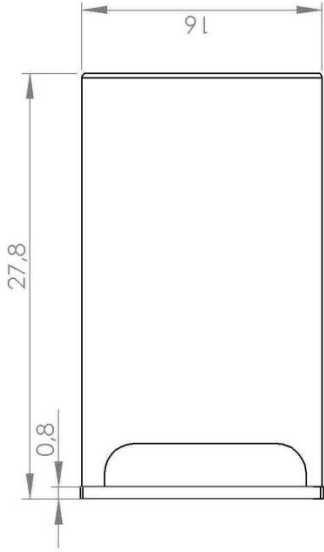


Vista frontal

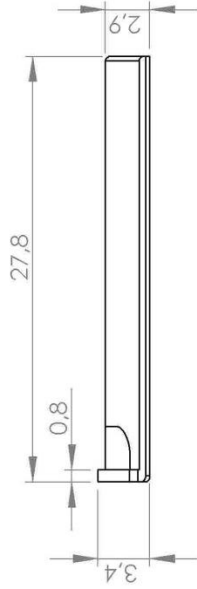


Vista lateral

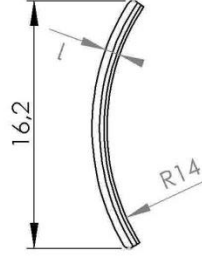
04 de Agosto de 2015	Institución: UNIVERSIDAD DEL VALLE		
Dibujo: JAIME ANDRÉS LOZANO T	Proceso: Extrusión soplado		
Revisión: MIGUEL URIBE	Escala: 1:5	Dimensiones: Centímetros	
Número de plano: 014	Nombre de la pieza: TANQUE		
Material: Polietileno			



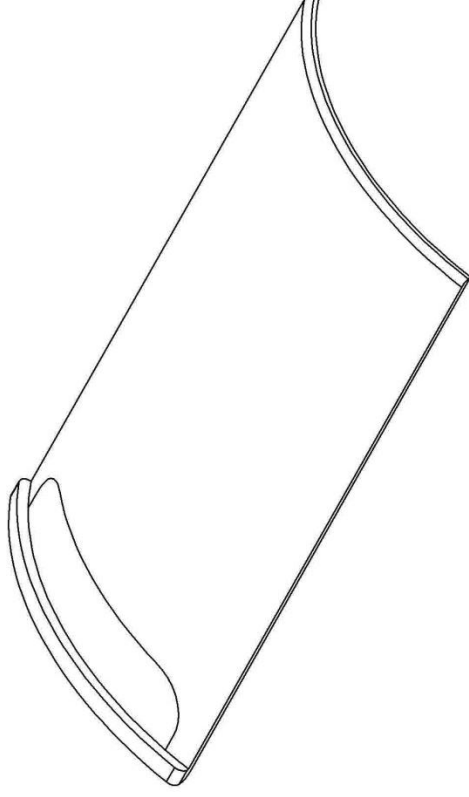
Vista superior



Vista frontal

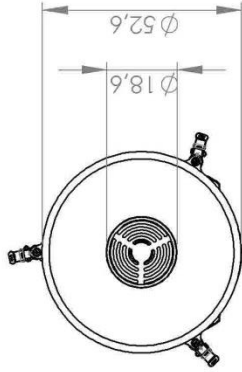


Vista lateral

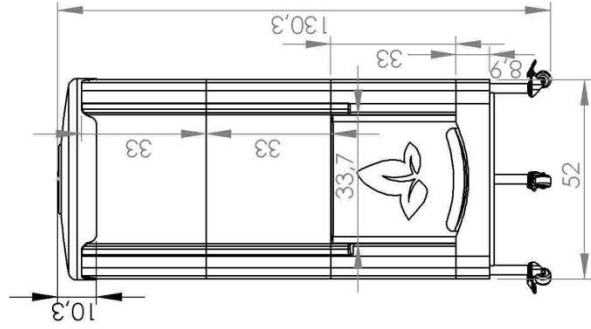


Vista isométrica
Escala: 1:3

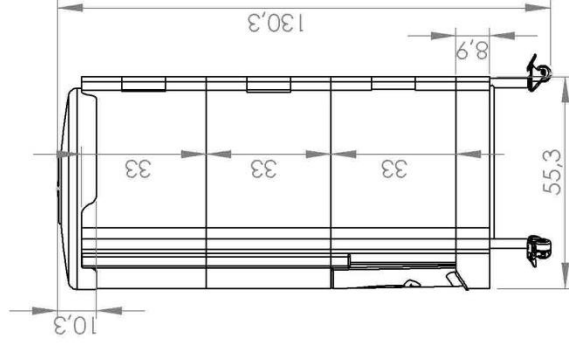
04 de Agosto de 2015	Institución: UNIVERSIDAD DEL VALLE		
Dibujo: JAIME ANDRÉS LOZANO T	Proceso: Inyección		
Revisión: MIGUEL URIBE	Escala: 1:5		
Número de plano: 015	Dimensiones: Centímetros		
Material: Polietileno	Nombre de la pieza: TAPA TANQUE		



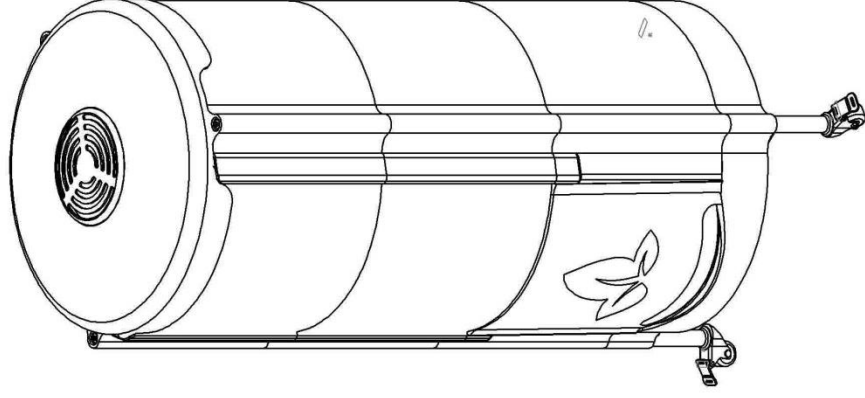
Vista superior



Vista frontal

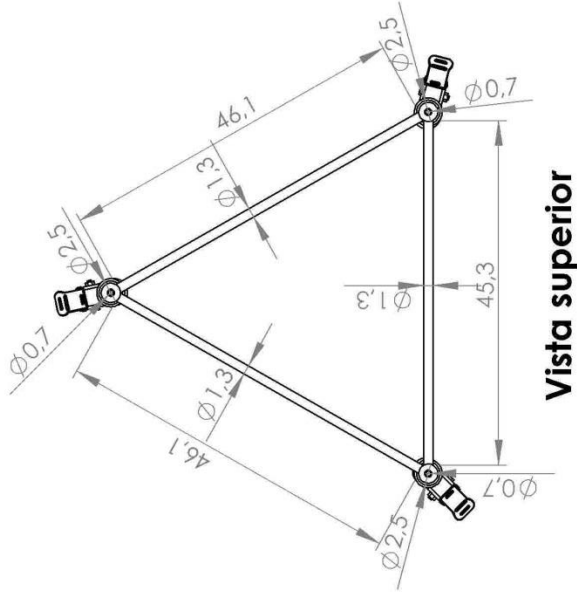


Vista lateral

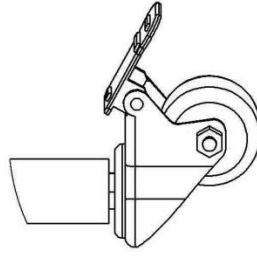


Vista isométrica
Escala: 1:12

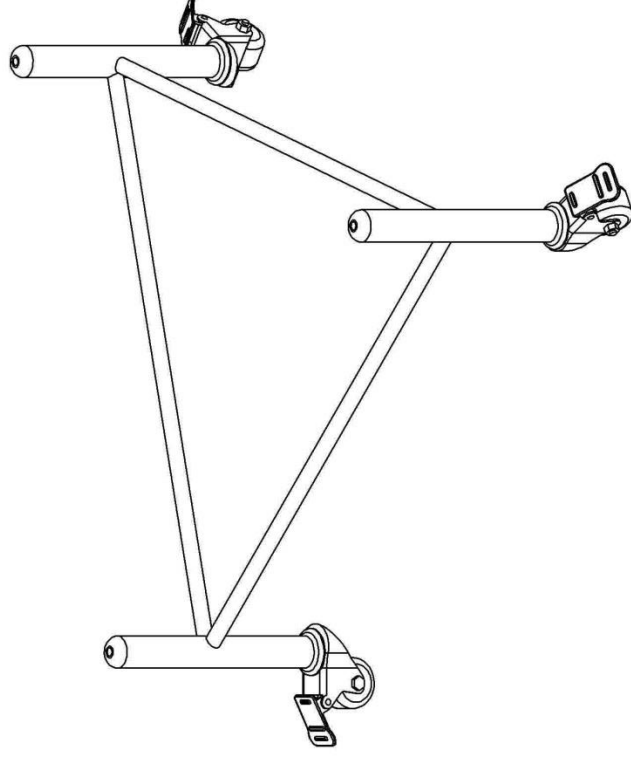
04 de Agosto de 2015	Institución: UNIVERSIDAD DEL VALLE
Dibujo: JAIME ANDRÉS LOZANO T	Proceso: Ensamble
Revisión: MIGUEL URIBE	Escala: 1:20
Número de plano: 016	Dimensiones: Centímetros
Material: General	Nombre de la pieza: ENSAMBLE COMPOSTERO



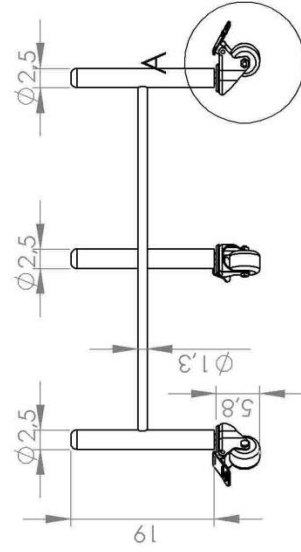
Vista superior



**DETALLE A
ESCALA 1 : 3**

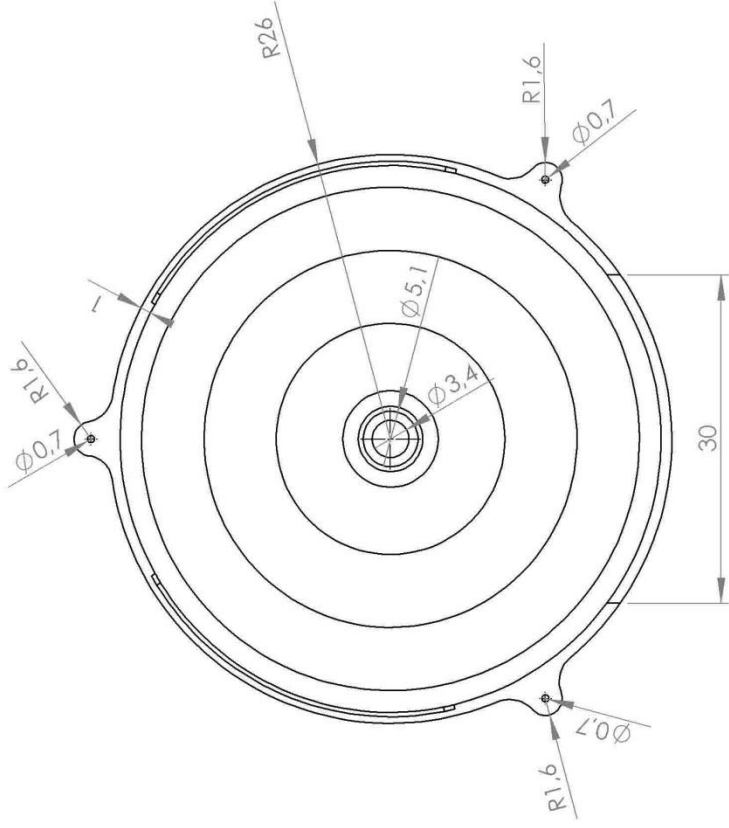


**Vista isométrica
Escala: 1:6**

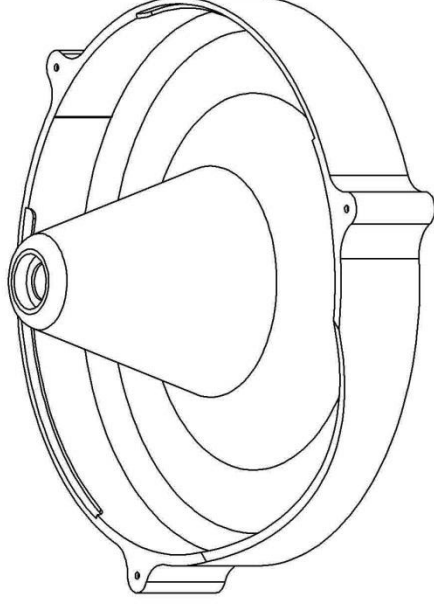


Vista frontal

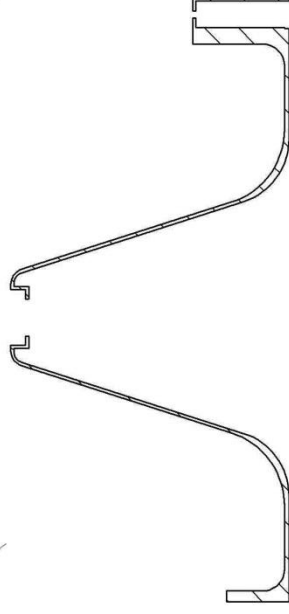
04 de Agosto de 2015	Institución: UNIVERSIDAD DEL VALLE		
Dibujo: JAIME ANDRÉS LOZANO T	Proceso: Soldadura		
Revisión: MIGUEL URIBE	Escala: 1:10	Dimensiones: Centímetros	
Número de plano: 017	Nombre de la pieza: ESTRUCTURA BASE		
Material: Tubería de acero 1020 de 1 pulgada, varilla de acero de 13 mm y rodachines de silicona de 1 pulgada.			



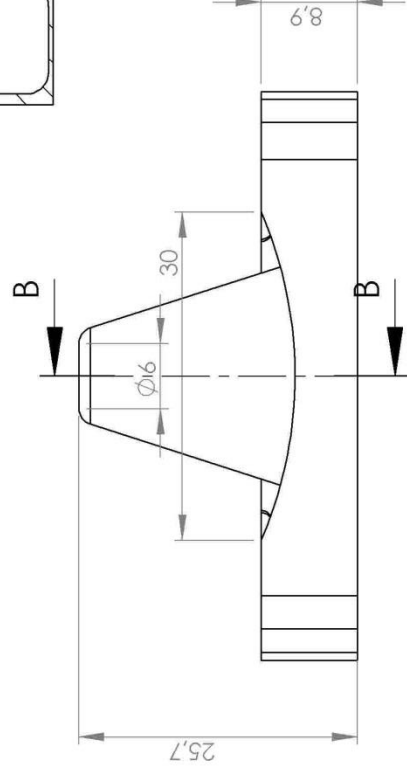
Vista superior



Vista isométrica

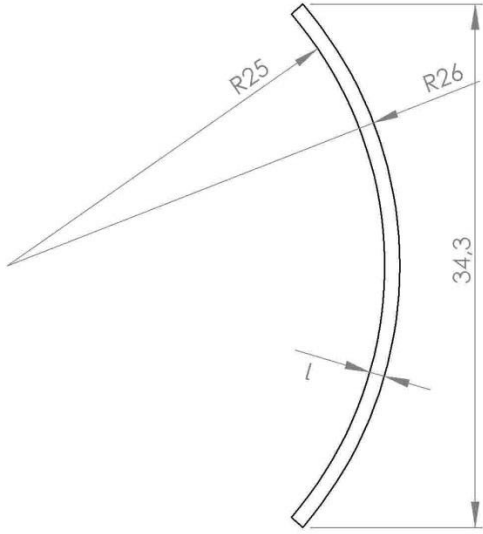


SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 7

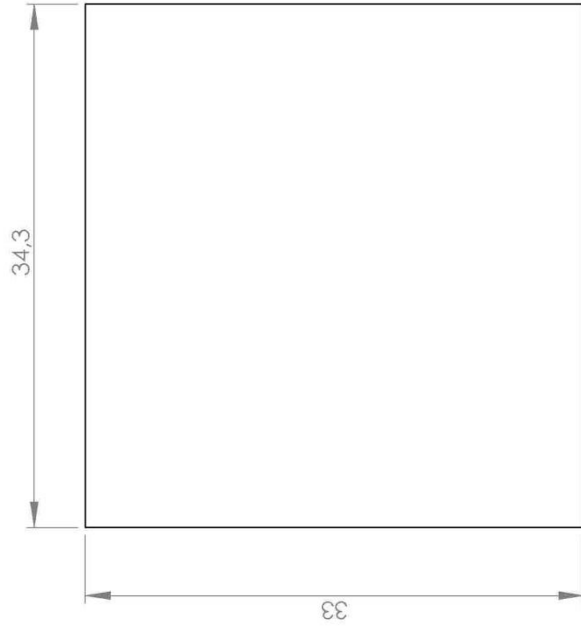


Vista frontal

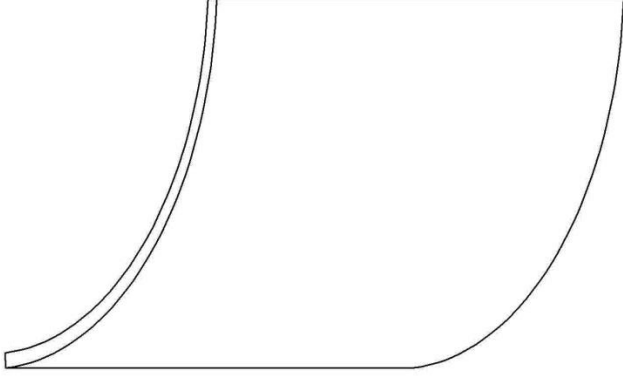
04 de Agosto de 2015	Institución: UNIVERSIDAD DEL VALLE
Dibujo: JAIME ANDRÉS LOZANO T	Proceso: Inyección
Revisión: MIGUEL URIBE	Escala: 1:7
Número de plano: 018	Dimensiones: Centímetros
Material: Polietileno	Nombre de la pieza: BASE



Vista superior

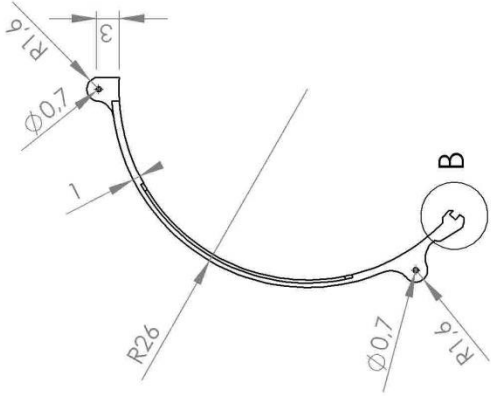


Vista frontal

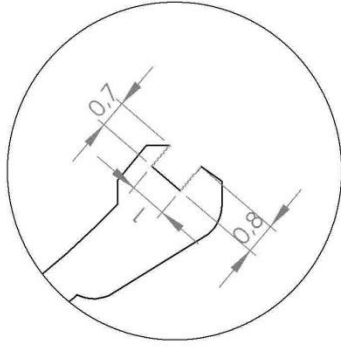


Vista isométrica

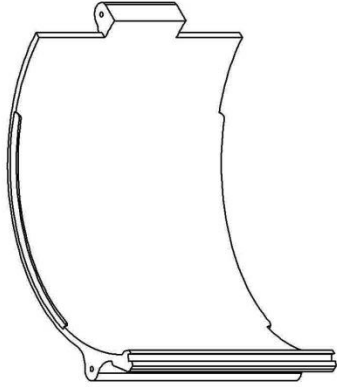
04 de Agosto de 2015	Institución: UNIVERSIDAD DEL VALLE		
Dibujo: JAIME ANDRÉS LOZANO T	Proceso: Inyección		
Revisión: MIGUEL URIBE	Escala: 1:5	Dimensiones: Centímetros	
Número de plano: 019	Nombre de la pieza: PANEL FRONTAL		
Material: Poliétileno			



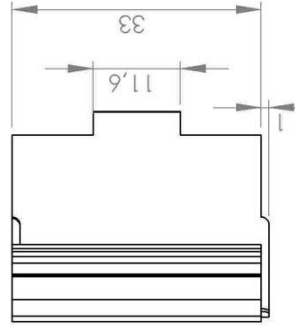
Vista superior



**DETALLE B
ESCALA 1 : 2**

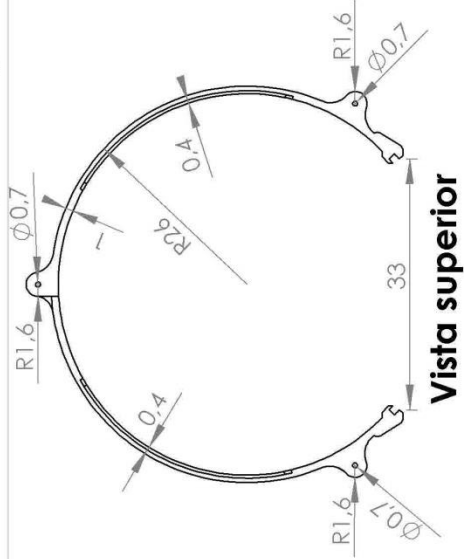


Vista isométrica

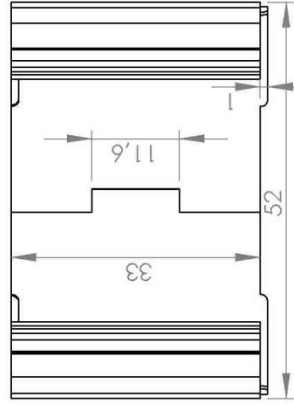


Vista frontal

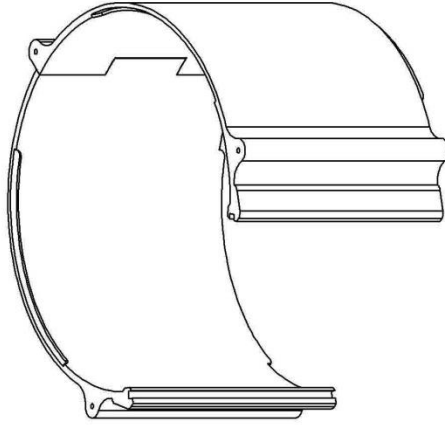
Paneles laterales izquierdo y derecho



Vista superior

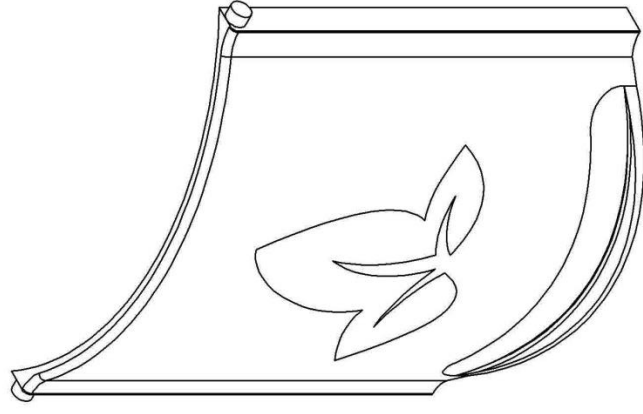
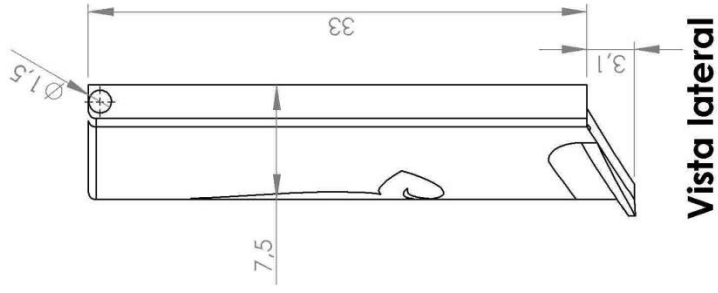
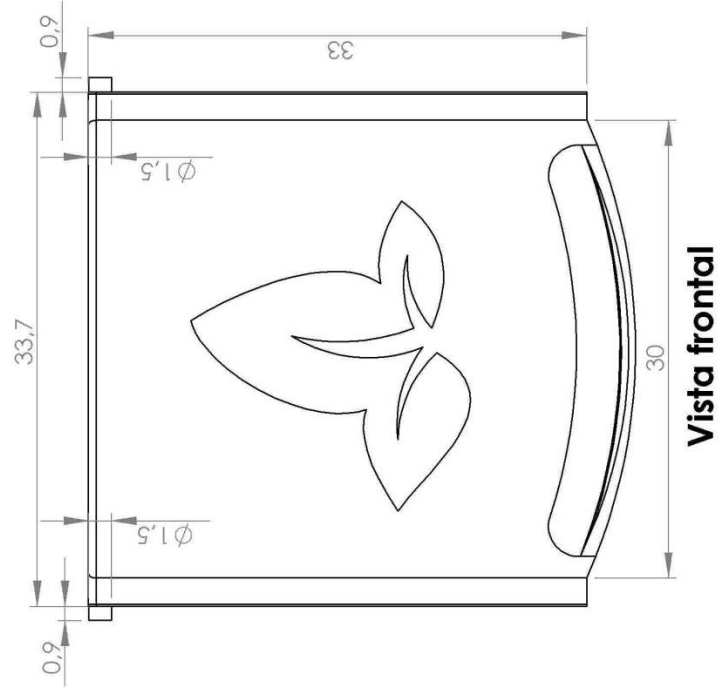
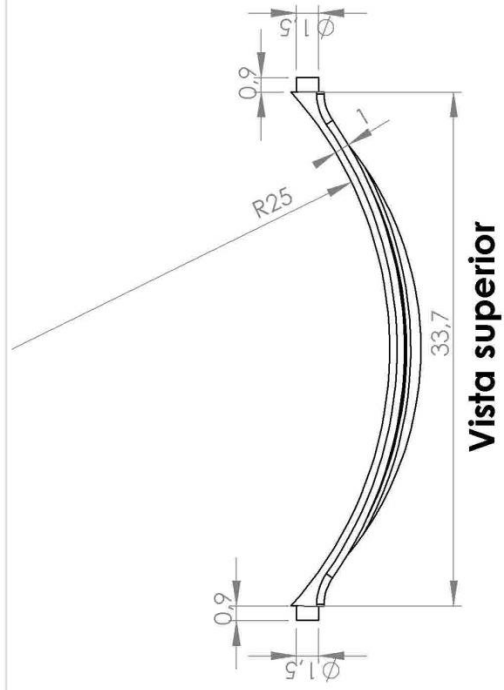


Vista frontal

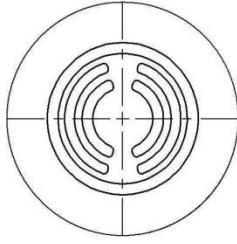
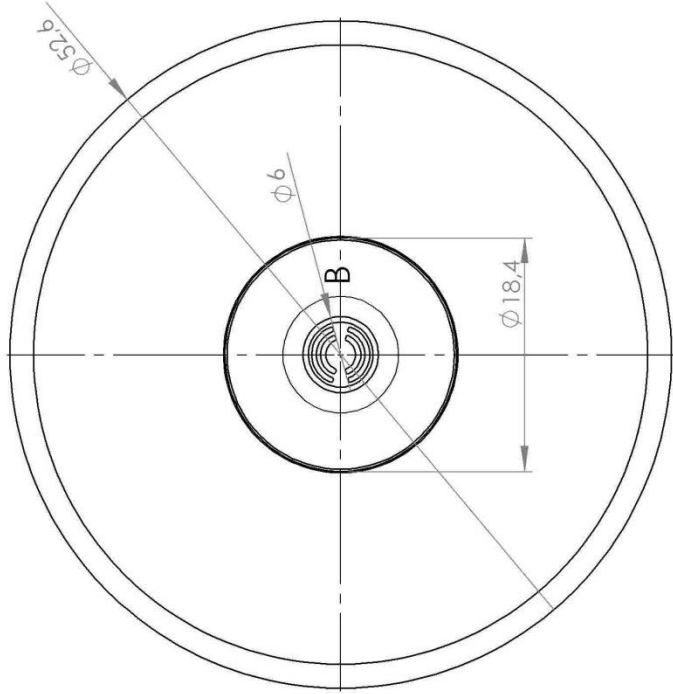


Vista isométrica

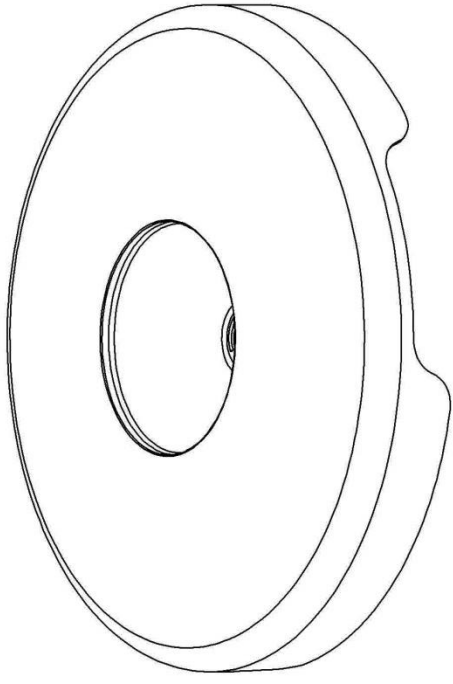
04 de Agosto de 2015	Institución: UNIVERSIDAD DEL VALLE		Dimensiones: Centímetros
Dibujo: JAIME ANDRÉS LOZANO T	Proceso: Inyección		Nombre de la pieza: PANEL LATERAL
Revisión: MIGUEL URIBE	Escala: 1:10		
Número de plano: 020			
Material: Polietileno			



04 de Agosto de 2015	Institución: UNIVERSIDAD DEL VALLE
Dibujo: JAIME ANDRÉS LOZANO T	Proceso: Inyección
Revisión: MIGUEL URIBE	Escala: 1:5
Número de plano: 021	Dimensiones: Centímetros
Material: Polietileno	Nombre de la pieza: TAPA INFERIOR

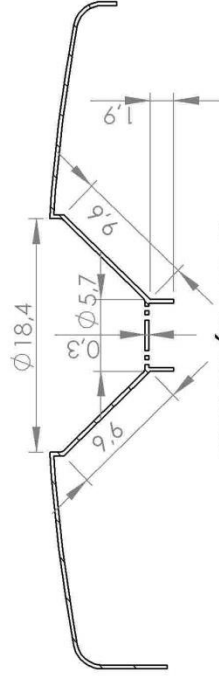


DETALLE B
ESCALA 1 : 3

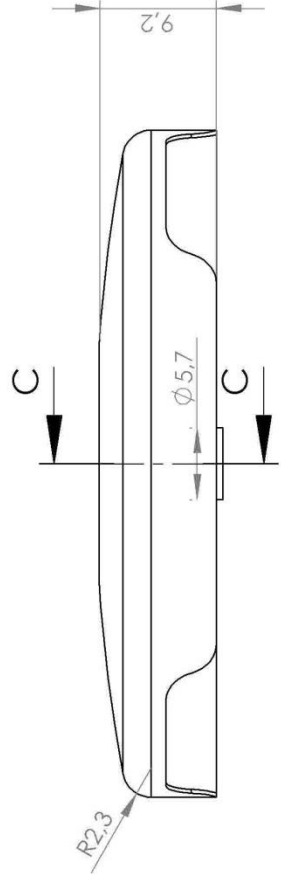


Vista isométrica

Vista superior

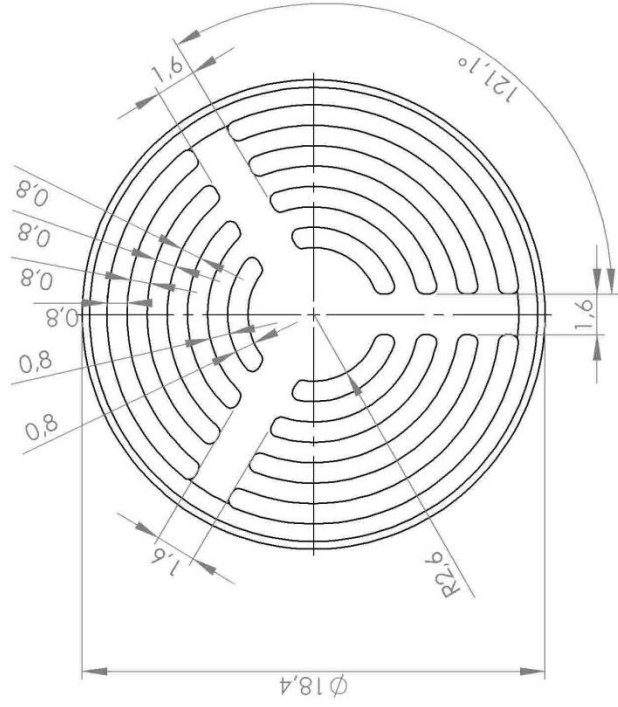


SECCIÓN C-C
ESCALA 1 : 6

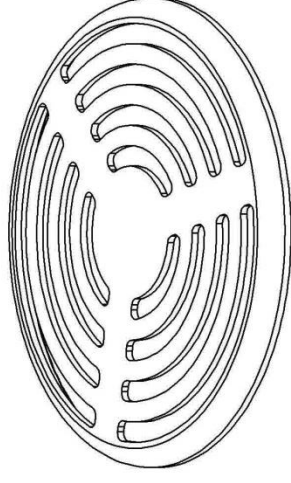


Vista frontal

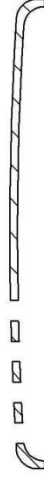
04 de Agosto de 2015	Institución: UNIVERSIDAD DEL VALLE
Dibujo: JAIME ANDRÉS LOZANO T	Proceso: Inyección
Revisión: MIGUEL URIBE	Escala: 1:6
Número de plano: 022	Dimensiones: Centímetros
Material: Polietileno	Nombre de la pieza: TAPA SUPERIOR



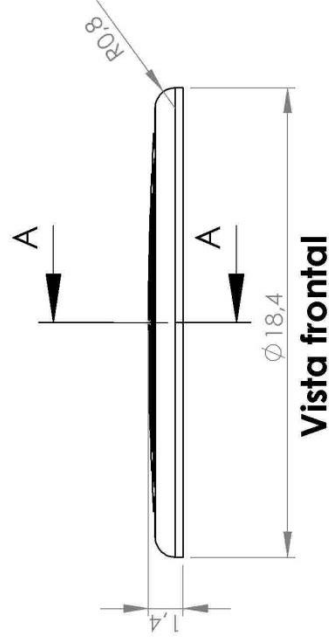
Vista superior



Vista isométrica

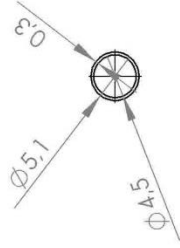


SECCIÓN A-A
ESCALA 1:3

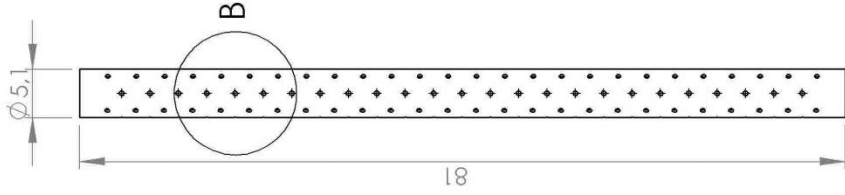


Vista frontal

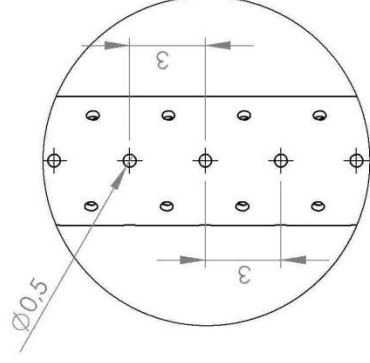
04 de Agosto de 2015	Institución: UNIVERSIDAD DEL VALLE
Dibujo: JAIME ANDRÉS LOZANO T	Proceso: Inyección
Revisión: MIGUEL URIBE	Escala: 1:3
Número de plano: 023	Dimensiones: Centímetros
Material: Polietileno	Nombre de la pieza: TAPA FILTRO



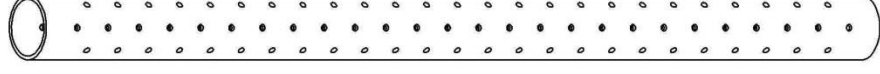
Vista superior



Vista frontal



**DETALLE B
ESCALA 1 : 3**



**Vista isométrica
Escala: 1:6**

04 de Agosto de 2015	Institución: UNIVERSIDAD DEL VALLE	
Dibujo: JAIME ANDRÉS LOZANO T	Proceso:	
Revisión: MIGUEL URIBE	Escala: 1:8	Dimensiones: Centímetros
Número de plano: 024	Nombre de la pieza: TUBERIA FILTRO	
Material: Tubería de PVC		

BIBLIOGRAFÍA

- ABUNDANT EARTH. Can-O-Worms Worm Composter.2013.[Consultado el 30 de abril de 2013] Disponible en internet en:[<http://www.abundantearth.com/store/canoworms.html>]
- ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI Y DAGMA. *Hacia una Ciudad-Región sustentable...una ruta hacia el 2036*. Lineamientos para una Política Ambiental de Santiago de Cali. 2009. p. 50
- ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI. *Plan de gestión Integral de Residuos Sólidos*. Santiago de Cali. 2004
- ALCALDIA DE SANTIAGO DE CALI. Departamento Administrativo de Planeación Municipal. Manual. Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos para el Sector Residencial-conjuntos Residenciales del Municipio de Santiago de Cali.2008.p 14-15
- ALCALDÍA DE SANTIAGO DE CALI y DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACIÓN. *Cali en cifras 2011*. Santiago de Cali. 2012. p 72
- ALCAIDE ANGELES. *Residuos Sólidos Urbanos, una consecuencia de la vida*. Universitat Jaume I. 2012. [Consultado del 30 de abril de 2013] Disponible en internet en: http://mayores.uji.es/datos/2011/apuntes/fin_ciclo_2012/residuos.pdf
- AREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ. *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Regional del Valle de Aburrá*. Valle de Aburrá. 2005

- AREA METROPOLITANA VALLE DE ABURRÁ. *Manual de Compostaje Manual de Aprovechamiento de Residuos Orgánicos a través de Sistemas de Compostaje y Lombricultura en el Valle de Aburrá*. ACODAL Asociación de Ingeniería Sanitaria y Medio Ambiente. Valle de Aburrá. 2013
- ASOCIACIÓN INTERAMERICANA DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL-AIDIS- y CENTRO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIONES PARA EL DESARROLLO – IDRC-. *Directrices para la Gestión Integrada y sostenible de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe*. Sao Pablo, Brasil: AIDIS, 2005.p.16
- BARRERA Raquel. *Compostaje de residuos sólidos orgánicos. Aplicación de técnicas respirométricas en el seguimiento del proceso*. DEPARTAMENTO D'ENGINYRIA QUIMICA. Universitat Autònoma de Barcelona. Barcelona.2006. P.20
- BID. Banco Interamericano de Desarrollo. Diciembre. *Guía para Evaluación de Impacto Ambiental Para Proyectos de Residuos Sólidos Municipales*.1997 P.11-13 [Consultado el 20 de abril de 2013] Disponible en internet en: <http://www.ingenieroambiental.com/newinformes/eiaguiaresiduossolidos.pdf>
- BOADA, ALEJANDRO.*EL RECICLAJE, UNA HERRAMIENTA NO UN CONCEPTO REFLEXIONES HACIA LA SOSTENIBILIDAD*. Universidad Externado de Colombia. Bogotá. 2003 DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACIÓN MUNICIPAL. Plan de Ordenamiento Territorial de Santiago de Cali. Santiago de Cali. 2000. p 102
- CHARLOTTE DIECKMANN. Parasite farm. 2013. [Consultado del 30 de abril de 2013] Disponible en internet en:[<http://charlottedieckmann.de/parasite-farm/>]

- DUQUE Ramón & COLLAZOS Héctor. *RESIDUOS SÓLIDOS*. FUNPIRS. Santa Fe de Bogotá.1993. p 15-18
- EARTH Green Colombia. La tierra verde. *Compostadores para la ciudad y el campo*. 2014. Consultado el 15 de febrero de 2014] Disponible en internet en:[<http://www.earthgreen.com.co/>]
- FLORES, Dante. Guía para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos". Guía Práctica N°2. En: Serie Guías para la gestión de residuos sólidos en América Latina y El Caribe. Lima. 2002. p 8-12
- GERENCIE. Ejercicio de la profesión contable en entidades de propiedad horizontal y unidades inmobiliarias cerradas comprendidas en el régimen establecido por la Ley 675 de agosto 3 de 2001.Glosario [consultado el 15 de mayo de 2013] Disponible en Internet en: <http://www.gerencie.com/propiedad-horizontal.html>
- HENAO, Gladys & ZAPATA, Liliana. *Aprovechamiento de los Residuos Sólidos Orgánicos en Colombia*. Monografía para optar el título de Especialista en Gestión Ambiental. Universidad de Antioquia. 2008. p 30
- LECITRA Micaela. *Reducir, Reutilizar y Reciclar: El problema de los residuos sólidos urbanos*. GEIC Grupo de Estudios Internacionales Contemporáneos. 2010. p. 11
- MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. Decreto 838 de 2005. . Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones. *Artículo 1. Definiciones*. [Consultado el 15 de abril de 2013] Disponible en Internet en: http://www.corpamag.gov.co/archivos/normatividad/Decreto838_20050323.htm

- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. *Política para la Gestión Integral de Residuos Sólidos*. 1997
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. *Selección de Tecnologías de Manejo Integral de RESIDUOS SÓLIDOS*. GUÍA. Bogotá. 2002. p. 115
- NACIONES UNIDAS. Documentos. Programa 21: Capítulo 21. [Consultado el 20 de abril de 2013] Disponible en internet en: <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spchapter21.htm>
- NAVARRO Pedreño, MORAL Herrero & GÓMEZ Lucas, MATAIX Beneyto. *Residuos Orgánicos y Agricultura*. Universidad de Alicante. España, 1995.
- NATURE MILL. Compost made easy!. 2013.[Consultado el 30 de abril de 2013] Disponible en internet en:[<http://www.naturemill.com/earth.html>]
- OQUIÑENA Imanol. *Climatización eficiente inspirada en nidos de termitas*. Biomimética. Soluciones innovadoras inspiradas en la Naturaleza .2012 [Consultado en abril de 2014] Disponible en Internet en <http://biomimetica.biomimetiks.com/tag/climatizacion/>
- PROCURADURIA GENERAL DE LA NACIÓN. *Procuraduría General de la Nación advierte sobre estado de alerta en el relleno sanitario Colomba- El Guabal en Yotoco (Valle del Cauca)*.Boletín 198. Fecha Publicación: viernes, 22 marzo 2013
- RÖBEN, Eva. *Manual de Compostaje para Municipios*. DED/ Ilustre Municipalidad de Loja. Ecuador. 2002. Pág. 18.

- RODRÍGUEZ Gloria, LONDOÑO Beatriz, HERRERA Giovanni J. Ciudades Ambientalmente Sostenibles. Universidad del Rosario. Bogotá, 2008 p 157
- SANZ, José Luis. *COMPOSTAJE. I) AEROBIO. II) BIOMETANIZACIÓN (COMPOSTAJE ANAEROBIO)*. Resumen de Seminario. Microbiología Ambiental UAM [Consultado el 25 de marzo de 2013] Disponible en Internet en: <http://www.cbm.uam.es/jlsanz/docencia/archivos/Resumen27.pdf> p.2
- SEPULVEDA Luis Aníbal. Modelo tecnológico para el aprovechamiento de residuos orgánicos biodegradable en complejos residenciales y turísticos. ACODAL ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL. SECCIONAL NOROCCIDENTE. Área Metropolitana del Valle de Aburrá
- SOLIVA Montserrat. *Compostatge i gestió de residuos orgànics*. Diputació de Barcelona. Barcelona. 2001.
- SZTERN Daniel, PRAVIA Miguel. *Manual para la elaboración de compost. Bases conceptuales y procedimientos*. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Buenos Aires. 2008. [Consultado el 15 de Mayo de 2014] Disponible en internet en: <http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/PNGIRSU/file/Documentos/Bases%20conceptuales%20para%20la%20elaboracion%20de%20compost.pdf>
- UADER. Qué es la Biodigestión. Universidad Autónoma de Entre Ríos. Buenos Aires. [Consultado el 30 de abril de 2013] Disponible en Internet en: <http://fcyt.uader.edu.ar/web/system/files/QU%C3%89%20ES%20LA%20BIODIGESTI%C3%93N.pdf>