


Portada Externa de Tesis

<p>Efrén Raymundo Morales Ayala Alejandro Uriel Ledesma Colunga</p> <p>Implementación de un Modelo de Gestión de Desechos Orgánicos en Cafetería Universitaria</p> <p>2014</p>	 <p>Universidad Autónoma de Querétaro Facultad de Ingeniería</p> <p>“Implementación de un Modelo de Gestión de Desechos Orgánicos en Cafetería Universitaria”</p> <p>Tesis Colectiva Que como parte de los requisitos para obtener el grado de Licenciado en Diseño Industrial</p> <p>Presentan</p> <p>Efrén Raymundo Morales Ayala Uriel Alejandro Ledesma Colunga</p> <p>Centro Universitario, 2014</p>
---	---



Portada Interna de Tesis

Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ingeniería

“Implementación de un Modelo de Gestión de Desechos Orgánicos en Cafetería Universitaria”

TESIS Colectiva

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de

Licenciado en Diseño Industrial

Presentan:

Efrén Raymundo Morales Ayala

Alejandro Uriel Ledesma Colunga

Dirigido por:

M. en D.I. José Omar Valencia Hernández

Centro Universitario
Querétaro, Qro.
2014
México

i RESUMEN

La gestión de residuos sólidos urbanos es un tema de vital importancia en el crecimiento y desarrollo de una ciudad, ya que sus efectos influyen grandemente en aspectos relacionados con la salud y medio ambiente. La gestión de residuos sólidos es una problemática a nivel mundial en nuestros días, debido a que este fenómeno está vinculado directamente con el crecimiento poblacional; una manera simple de entenderlo es mediante una ecuación, donde mayor población es igual a mayor residuo sólido generado. Esta constante es un evento que se acrecienta cada día más en los países sub desarrollados y en vía de desarrollo, donde la tasa de crecimiento poblacional va a la alza, tal es el caso de nuestro país y en específico el Estado de Querétaro, ya que este ha presentado un considerable crecimiento económico y en la calidad de vida que ofrece durante la última década, lo que conlleva a un crecimiento poblacional repentino y con ello las consecuencias que esto implica.

Está investigación expone cual es el contexto mundial y local sobre la gestión de residuos sólidos y propone el desarrollo de una solución local con escalabilidad a fin de contrarrestar las afectaciones de dicho fenómeno.

La investigación encuentra como foco de oportunidad la gestión de residuos sólidos de origen orgánico, ya que estos representan más del 50% de todo el residuo generado en nuestro país. Se tomó como objeto de prueba la cafetería de la facultad de Ingeniería de la UAQ., debido a que representaba una fuente potencial de residuos de estas características y permitía realizar un proceso de muestreo y experimentación controlados.

La investigación tuvo como objetivo el proponer un nuevo modelo de gestión que promueva la practica de separación de residuos, para el aprovechamiento máximo de estos y prolongamiento de su ciclo de vida, además de reducir las cantidades de residuos sólidos orgánicos que son destinados a rellenos sanitarios y generan daños al medio ambiente, como lo son los líquidos lixiviados.

Siendo pertenecientes a la carrera de Diseño Industrial se buscó desde el inicio dar un enfoque humanista a la investigación, a fin de desarrollar una solución que considerara aspectos blandos relacionados con las personas involucradas en la problemática y que interactuarían con la propuesta del producto. Se aplicó la biomimética para emular un modelo natural que brindara una solución a la problemática detectada; durante el proceso

de investigación se identificó a la lombriz de tierra como modelo natural que inspiraría el proceso creativo de la metodología.

El proceso creativo de diseño implicó la adaptación del modelo natural a una solución conceptual, la cual fue desarrollada hasta llegar a un prototipo el cual se implementó en la cafetería de la facultad. Este prototipo consiste en un sistema de condicionamiento de residuos sólidos orgánicos verdes para acelerar su proceso de degradación y así ser aprovechados como un fertilizante natural. Esto es posible mediante la trituración de los residuos y la aplicación de enzimas (mismas utilizadas por la lombriz), lo que detona como un catalizador en el proceso de degradación.

Este prototipo permitió reducir en un 80% el volumen de los residuos sólidos orgánicos verdes generados, además de aprovechar sus nutrientes en el enriquecimiento de muestras de suelo. La disminución del porcentaje anterior representó una disminución del 28% el total de residuos sólidos municipales generados por la cafetería y que eran destinados a los rellenos sanitarios, colaborando de esta manera a la disminución de afectaciones en estos lugares como lo son la generación de pestes, plagas, malos olores líquidos lixiviados y contaminación de residuos inorgánicos prospectos a ser reciclados.

(Palabras clave: residuos sólidos municipales, residuos sólidos orgánicos, residuos sólidos orgánicos verdes, residuos sólidos inorgánicos, degradación, biomimética, enzimas, gestión de residuos, emulación, sustentabilidad, innovación.)

ii DEDICATORIAS

A mi familia por su apoyo incondicional y a las personas que he conocido a lo largo de este trayecto.

Alejandro Uriel Ledesma Colunga

A mi madre Beatriz Ayala y a mi padre Efrén Morales

A mis hermanos Rogelio y Ricardo

A mi novia Andrea Cornejo

A los amigos y familia que estuvo al pendiente de mi desarrollo y cumplimiento de mis metas.

Efrén Raymundo Morales Ayala

iii AGRADECIMIENTOS

A Dios, quien me ha brindado esta vida llena de bendiciones y gente a la cual amo. A Él dedico todo.

A mi padre por ser ejemplo a mi vida de responsabilidad y dedicación.

A mi madre por apoyarme en mis estudios desde que era niño, acompañándome día y noche haciendo mis tareas y su apoyo y amor incondicional en toda mi vida.

A mi novia Andrea por su amor en cada momento y consideración en este tiempo de esfuerzos.

A mis hermanos por compartir parte de su tiempo conmigo.

A mis abuelos paternos y maternos por su motivación en cada llamada y educar a mis padres de la manera que lo hicieron.

A los hermanos de la iglesia Eben-Ezer quienes me tuvieron en sus oraciones.

Efrén Raymundo Morales Ayala

A mi familia

Alejandro Uriel Ledesma Colunga

A las personas que dedicaron su tiempo para enseñarme que no se necesita predecir el futuro, cuando aprendes a construirlo por ti mismo.

A aquellos que nos influenciaron con sus lecciones y experiencias, preparándonos para cumplir los retos que pasamos y los que están por venir, a todos ellos les dedicamos las siguientes páginas.

M. en C. José Omar Valencia Hernandez

Lic. Violeta Alvarez Granados

Lic. Carla Resendiz Villaseñor

M. en C. José Aldo Valencia Hernandez

Dra. Hilda Romero Zepeda

Agradecimiento Conjunto

iv ÍNDICE

	Página
Resumen	i
Dedicatorias	ii
Agradecimientos	iii
Índice	iv
Índice de imágenes	v
Índice de gráficas	vi
Índice de Tablas	vii
I. INTRODUCCION.....	15
II. REVISION DE LITERATURA.....	17
2.1 Reseña histórica de la gestión de residuos.....	17
2.1.1 Diferencia entre Basura y Residuo Sólido.....	19
2.2 Clasificación de Residuo Sólido.....	19
2.2.1 Clasificación por Estado	20
2.2.2 Clasificación por Origen.....	20
2.2.3 Clasificación por Composición.....	21
2.3 Condición Mundial de los Residuos Sólidos.....	21
2.3.1 Tendencias “Waste to Energy”	23
2.3.2 Alternativas Vigentes en la Gestión integral de Residuos.....	25
2.3.2.1 Países Desarrollados.....	25
2.3.2.2 Países Sub-Desarrollados	28
2.3.2.3 Países en Vías de Desarrollo.....	29
2.4 Residuos Sólidos en México.....	31
2.4.1 Residuos Sólidos en Querétaro.....	34
2.4.2 Marco Jurídico del Estado de Querétaro.....	38
2.5. Residuos Sólidos en la UAQ.....	40
2.6. Condición de los Residuos Sólidos Orgánicos.....	41
2.6.1. Propiedades Biológicas de los residuos sólidos orgánicos.....	43
2.6.2 Generación de Líquidos Lixiviados.....	44
2.6.3. Proceso de Degradación en residuos orgánicos.....	45

2.6.4. Descomposición aerobia.....	46
2.6.5. Descomposición anaerobia.....	46
2.6.6. Compostaje.....	46
2.6.6.1 Compostaje aerobio.....	47
2.6.6.2 Compostaje anaerobio.....	47
2.6.7 La lombriz como elemento de la degradación.....	48
2.7 Concepto de Sustentabilidad, Sostenibilidad (Duradero).....	49
2.7.1 Diversidad cultural.....	51
2.7.2 sustentabilidad Ecológica.....	51
2.8. Diseño Industrial para la Sustentabilidad.....	51
2.8.1 Herramientas para el Diseño e Innovación.....	53
2.8.1.1 Biomimética.....	53
2.8.1.2 Human Centred Design.....	56
2.8.1.3 IDEO.....	57
2.8.1.4 Estrategia del océano azul.....	60
2.9 Justificación.....	62
III. OBJETIVOS E HIPOTESIS	
3.1 Hipótesis.....	64
3.1.1 Objetivos.....	64
IV. METODOLOGIA.....	65
4.1 Aplicación de Herramientas de Diseño.....	65
4.1.2 Obtención de información primaria.....	65
4.1.2.1 Contextualizar.....	65
4.1.2.2 Observar.....	68
4.1.2.3 Indagar.....	75
4.1.2.4 Exploración.....	78
4.1.2.5 Aplicación de los 5 ¿Por qué?.....	83
4.1.2.6 Formulación de Insights.....	87
4.2 Aplicación de la Biobimética.....	85
4.2.1 Espiral de Diseño Biomimético.....	91
4.2.1.1 Identificar.....	92
4.2.1.2 Traducir.....	93

4.2.1.3 Observar.....	96
4.2.1.4 Abstraer.....	100
4.2.1.5 Emular.....	102
4.2.1.6 Evaluación.....	113
4.3 Diferenciador de Mercado.....	119
4.3.1 Análisis de productos existentes.....	119
4.3.2 Matriz de diferenciador de Mercado.....	123
V. RESULTADOS Y DISCUSION.....	124
5.1 Aplicación de la Biobimética.....	124
5.2 Desarrollo de Prototipo.....	130
5.2.1 Proporción y Perspectivas del Diseño.....	130
5.2.2 Dimensionado y Modelado Digital.....	131
5.2.3 Elaboración de Renders.....	132
5.2.4 Comparativa de Emulación.....	132
5.2.5 Realización de Planos.....	133
5.2.6 Fabricación de Prototipo.....	134
5.3 Implementación de Prototipo en Cafetería.....	137
5.4 Aprovechamiento de Residuos Orgánicos mediante la implementación de prototipo.....	138
5.5 Reducción de Residuo sólido Urbano mediante la implementación del prototipo.....	142
5.6 Propuesta de producto.....	146
5.7 Discusiones.....	147
VI. CONCLUSIONES.....	149
VII. REFERENCIAS.....	150
ANEXOS.....	150

IV ÍNDICE DE IMAGENES

Imagen	Página
1. Condición actual y Proyección de los Residuos Sólidos en el Mundo....	22
2. Promedio de generación de basura diaria y anual por persona a nivel mundial.....	22
3. Crecimiento Poblacional.....	23
4. Modelo de Gestión Países Desarrollados.....	26
5. Esquema de aprovechamiento de residuos sólidos en países en desarrollo.....	27
6. Modelo de Gestión de países Subdesarrollados.....	28
7. Modelo de Gestión en Países en Vía de Desarrollo.....	30
8. Distribución de residuos por volumen en México.....	33
9. Sistemas de Gestión utilizados en las entidades de Querétaro.....	37
10. Esquema de generación de líquidos lixiviados.....	44
11. Especie de lombriz de tierra (<i>Postandrilus majorcanus</i>), encargada de la degradación de desechos orgánicos.....	48
12. Esquema de Desarrollo Sustentable.....	50
13. Esquema de Diseño Sustentable.....	53
14. Exposición de Bionic Car.....	54
15. Traje de natación inspirado en tiburón.....	55
16. Tren Shinkansen, Japón.....	55
17. Esquema de Innovación.....	58
18. Ejemplo de una de las tarjetas correspondiente al boque de “Preguntar”.....	60
19. Herramienta de diferenciador de mercado.....	62
20. Relleno Sanitario y sus efectos sobre el medio ambiente.....	66
21. Capas de un Relleno Sanitario.....	67
22. Funcionamiento de un Relleno Sanitario.....	68
23. Cartel informativo del Relleno Sanitario, mencionando tipos de residuos no admitidos.....	69
24. Camión encargado de transportar la basura al Relleno Sanitario.....	69
25. Zona de descarga para los camiones y camionetas.....	70
26. División entre oficinas y extensión del relleno sanitario mediante una zanja.....	70
27. Perforadora encargada de realizar los distintos conductos de ventilación.....	71

28. Descripción y Validación por parte de SEDESOL.....	72
29. Maquinaria utilizada para transportar la basura dentro las inmediaciones del lugar.....	72
30. Material utilizado como recubrimiento del depósito, Material: Caucho Automotriz.....	73
31. Vista general de la Lona de Caucho y una chimenea hecha de barriles apilados.....	73
32. Muestra del tipo de basura depositada.....	74
33. Vista externa del Relleno Sanitario, donde se observa la acumulación de basura y chimeneas para el flujo de gases.....	74
34. Esquema Modelo Actual de Gestión.....	75
35. Contenedores genéricos ubicados en zona de recolección Campus Centro.....	79
36. Contenedores particulares ubicados en Facultad de Ingeniería.....	79
37. Contenedores particulares ubicados en Facultad de Ciencias Políticas.....	80
38. Personal de limpieza juntando los distintos.....	80
39. Elementos no correspondientes en contenedor partículas de papel.....	81
40. Contenedor Orgánico invadido de residuos no correspondientes.....	81
41. Contenedores genéricos Facultad ingeniería.....	82
42. Parte posterior de la cafetería, cuenta con dos contenedores de 50 kg aproximadamente.....	82
43. Propuesta de modelo de gestión.....	89
44. Esquema Espiral de diseño Biomimético.....	91
45. Ciclo de vida de la Flora.....	94
46. Fauna del suelo.....	95
47. Esquema transformación del Suelo.....	97
48. Procesos de la lombriz en la transformación y nutrición del suelo.....	98
49. Anatomía de la lombriz.....	99
50. Elementos del Sistema digestivo de la lombriz.....	100
51. Organismos vivos que cuentan con molleja como parte de su sistema digestivo.....	101
52. Bocetos Conceptuales.....	104
53. Bocetos en dos dimensiones.....	104
54. Boceto en Perspectiva.....	105

55. Bocetos en perspectivas a color.....	105
56. Alternativas del proceso creativo.....	107
57. Alternativa 1 resultante del proceso creativo.....	107
58. Alternativa 2 resultante del proceso creativo.....	108
59. Alternativa 3 resultante del proceso creativo.....	109
60. Perspectivas de estructura plástica adaptada.....	111
61. Interior del contenedor, mostrando la adaptación del sistema de aspas.....	111
62. Introducción de los Residuos en maqueta de prueba.....	112
63. Alternativa 3 Escala 1:10.....	112
64. Producto Earth Machine.....	120
65. Producto y funcionamiento Earth Maker	120
66. Producto Bio Stack.....	121
67. Producto y funcionamiento Green Cone.....	121
68. Producto Dynamic Tumbling.....	122
69. Esquema de aplicación de Biomimetica del sistema digestivo de la lombriz.....	124
70. Esquema de proceso creativo hasta la solución.....	125
71. Resultado del sistema de trituración por aspas.....	125
72. Distribución de Recipiente de Prueba.....	126
73. Acercamiento de muestra a las 3 semanas.....	126
74. A la izquierda muestra de tierra sin residuos, derecha muestra con los residuos después de 4 semanas	127
75. A la izquierda residuos de un chile a 1 semana de estar en el contenedor, a la derecha de 2 semana.....	127
76. Restos de cebolla, extraído de la muestra y echando raíces.....	127
77. Muestra después de 4 semanas.....	128
78. Izquierda: Se observa los residuos después de triturar y aplicación de agua para el drenaje del triturador. Derecha: Residuos después de ser colados.....	128
79. Calidad de la materia orgánica después de la trituración y colado.....	129
80. Distribución de Recipiente de Prueba.....	129
81. Colocación de los residuos en los recipientes de prueba y aplicación de las enzimas.....	129
82. Aplicación de la segunda capa de tierra.....	130
83. Muestra después de 2 semanas, presenta germinación.....	130

84. Izquierda: Proporción del prototipo a escala real. Derecha: Perspectiva a mano del prototipo.....	131
85. Piezas de prototipo dimensionadas y Modeladas en 3D.....	131
86. Renders de Modelo Final.....	132
87. Comparativa del prototipo con el modelo natural.....	132
88. Esquema que muestra los requerimientos de emulación aplicados.....	133
89. Vistas generales de prototipo.....	133
90. Estructura resultante del proceso de soldadura.....	134
91. Inclusión de triturador en la estructura.....	135
92. Aplicación de Vinil a la estructura.....	135
93. Aplicación de Pintura al prototipo.....	136
94. Perspectivas de Prototipo Final.....	136
95. Cafetería y zona de Implementación.....	137
96. Implementación de prototipo en el exterior de la cocina de la cafetería.....	137
97. Adaptación hídrica al lugar.....	138
98. Tipo de residuos introducidos.....	138
99. Izquierda: Encendido del proceso de trituración Derecha: Introducción de los residuos en el contendor.....	139
100. Izquierda: Expulsión de los residuos triturados Derecha: Residuos obtenidos antes de la colación.....	139
101. Calidad de los residuos triturados.....	140
102. traslado de los residuos triturados en el contenedor a los recipientes de prueba.....	140
103. Inicios de germinación después de 15 días.....	141
104. Muestra después de 21 días de su interacción con la tierra.....	141
105. Crecimiento de Muestras.....	142
106. Representación Gráfica de disminución de residuos sólidos urbanos.....	145
107. Lámina de propuesta de producto (“Auchtli”).....	146

INDICE DE GRÁFICAS

Grafica	Página
1. Crecimiento demográfico en México.....	31
2. Cifra Poblacional a nivel Mundial.....	32
3. Residuos Sólidos en México.....	34
4. Crecimiento demográfico en Querétaro.....	36
5. Crecimiento Poblacional de Comunidad Universitaria.....	41

INDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Habitantes por Estado en México.....	35
2. Habitantes por municipio en Querétaro.....	35
3. Segmentación de residuos orgánicos.....	42
4. Tabla Explicativa de la estrategia de océano azul.....	61
5. Comparativa de sistemas de trituración.....	114
6. Evaluación de alternativa 1.....	115
7. Evaluación Alternativa 2.....	116
8. Evaluación Alternativa 3.....	117
9. Tabla comparativa de alternativas.....	118
10. Aplicación de matriz de diferenciador de mercado.....	123
11. Tabla de Basura Total generada en Cafetería en botes.....	142
12. Tabla de basura total generada expresada en kilogramos.....	143
13. Cantidad de basura orgánica generada en cafetería.....	143
14. Cantidad de basura orgánica verde generada en cafetería.....	144

I. INTRODUCCIÓN

“La naturaleza con 3,8 billones de años de evolución, es adaptable y creativa por necesidad, por eso no debemos olvidar que la mayor parte de los problemas humanos: transporte, control del clima, alimentación, vivienda, organización social, etc. ya han sido resueltos desde hace mucho tiempo por la naturaleza y sin generar efectos dañinos para ella misma”. (Beynus, 1997)

Cada vez es más evidente la importancia que tiene para el mundo la implementación de un sistema de gestión integral de residuos, el cual impida la repercusión negativa para el ambiente y la salud, que representan los desechos generados por la sociedad, ya que van en aumento debido a los sistemas de consumo no controlados con los cuales la población se vuelve ajena al daño que ocasiona el deshacerse de sus desechos sin la implementación adecuada de alguna alternativa de gestión de residuos.

A lo largo de la investigación se muestran diferentes alternativas de gestión que han existido desde que la generación desmesurada de basura se convirtió en un problema, que para resolverlo cada una cuenta con un enfoque de gestión integral, enfatizando en la sostenibilidad y el cumplimiento de las normas según la región.

Debido a que el manejo de residuos adopta diferentes características según sea la condición geográfica, disposición de recursos y economía de la región, existe un contraste entre los países menos desarrollados que implementan un sistemas básicos de exclusión, donde se recolecta y transportan los residuos a zonas alejadas de la población y los países más desarrollados, que buscan el aprovechamiento máximo de sus residuos hasta el hecho de llegar a importar residuos. La investigación señala la importancia que tiene la gestión adecuada y controlada de residuos sólidos, ya que en ella repercute gran parte del problema que implica la basura para la sociedad, siendo perceptible la necesidad de mejorar o proponer un sistema de gestión de residuos, para mejorar el panorama expuesto mediante esta investigación.

El caso de estudio se ubica en la ciudad de Querétaro, la cual es parte de un país en vías de desarrollo y que tiene como principal alternativa de acción ante los residuos sólidos, el sistema de rellenos sanitarios. Estos rellenos sanitarios recolectan los residuos para su posterior degradación en zonas apartadas de la ciudad. A pesar de ser eficaz dicho sistema, tiene un período de vida que se relaciona a su capacidad de almacenaje, por lo que ha comenzado a ser eminente la búsqueda de nuevas alternativas para disminuir la cantidad de residuos sólidos que terminan en estos lugares.

En consecuencia al reciente aumento poblacional del estado, ha ocurrido un incremento en los residuos sólidos de la ciudad, por lo que algunos rellenos sanitarios han comenzado a exceder el límite de desechos que pueden controlar. Esta situación resulta contraproducente para la sociedad y el medio ambiente, debido a que un relleno sanitario con el límite de residuos excedido, se convierte en un punto contaminante de sus alrededores.

De acuerdo con la información recabada y analizada en esta investigación se incluyen propuestas para mejorar el sistema de gestión existente en la ciudad de Querétaro.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Reseña histórica de la gestión de residuos

Actualmente se vive en una era de consumismo, en la que los productos adquiridos no están desarrollados para realmente satisfacerlos por un prolongado periodo de tiempo, los productos que nos rodean frecuentemente tienen como característica ser desechables y están diseñados para cumplir cortos ciclos de vida, lo que contribuye al desapego total de los productos que se consumen e incrementa la basura generada.

Basados en los argumentos de la consultora ambiental Roberta Crowell Barbalace en su obra "The History of Waste" del 2003, se muestra una cronología de la humanidad y los diversos productos que ha generado para satisfacer sus necesidades hasta su desprendimiento, lo cual da comienzo a la generación de desechos. Además se hace mención de algunos de los más importantes avances tecnológicos que influyeron en el cambio de hábitos de consumo de la población mundial, conduciéndonos a la implementación de los diferentes sistemas de gestión de residuos.

En los inicios de la raza humana, las sociedades estaban conformadas principalmente por cazadores y recolectores, los cuales utilizaban los recursos naturales para la generación de objetos, que cubrieran sus necesidades. Estos grupos no se permitían malgastar los recursos, buscaban obtener valor de cada elemento de su entorno, tratando siempre de mantener el desperdicio al mínimo. Otra constante en estos grupos era el abandonar los distintos lugares, después de haber agotado todos sus recursos, ya que la especie era de naturaleza nómada. El modo de vida nómada era acuñado por los diferentes habitantes de aquella época, por lo que la generación de residuos algo irrelevante e inclusive imperceptible en esa etapa para la especie, sus desechos provenían únicamente de objetos fabricados a partir de recursos naturales, se utilizaban según su función y posteriormente eran degradados rápidamente por la misma tierra, sin embargo los pobladores aumentaron considerablemente hasta llegar al punto de dejar el estilo de vida nómada, por lo que sufrieron una transición.

La humanidad descubrió la agricultura y ganadería como modo de vida, transformando a los pobladores en una especie sedentaria y con ello los grupos se comenzaron a asentar en lugares específicos, aunque posteriormente nacería una nueva preocupación por la disposición final de sus diferentes tipos de desechos. En este nuevo sistema sedentario

aun no era perceptible el derroche de alimentos u objetos como hoy en día, pues en aquel tiempo era una práctica común el re-uso a niveles básicos, como la reutilización de huesos como instrumentos de caza.

Las grandes ciudades egipcias, romanas y griegas fueron las primeras en experimentar el problema de la acumulación y descomposición de desechos en áreas públicas, esos desechos procedían principalmente de origen natural y fueron el centro de enfermedades infecciosas que luego se convertían en epidemias y plagas.

Los romanos fueron los primeros en buscar una solución al problema mediante la implementación de diversas cloacas que conducían los residuos fuera de la ciudad, logrando satisfacer las exigencias de ese momento.

En la edad media, los residuos comenzaron a establecerse como un problema para las grandes ciudades, aunque era un problema sanitario, comenzó a representar un imperfecto estético para el hombre y en las zonas rurales alejadas del feudo, las personas continuaban aprovechando todos sus recursos debido a sus limitaciones económicas. Sus habitantes realizaban tratamientos básicos con su basura entre los cuales destacaban la mezcla de estiércol y elementos de índole vegetal para la producción de abono orgánico, esta disposición de los desechos es incluso utilizada en nuestros días en diversas zonas rurales. Los residuos de origen domestico eran usualmente utilizados como alimento para el ganado y si existía algún exceso se incineraba el desecho restante. Recolectaban maleza de los bosques de forma periódica para incinerarla junto con un bulto de tierra y una vez reducida a cenizas era esparcida sobre campos de cultivo, esto le proporcionaba diversos nutrientes a la tierra.

Tiempo después la humanidad pasó por otra importante era, la cual dio inicio a la problemática actual, esta era fue influenciada por el evento histórico de la revolución industrial, suscitando por primera vez la producción masiva de productos, dejando atrás los largos procesos de producción. Como consecuencia nacieron los primeros problemas a escala mundial con respecto a la generación de desechos, donde por primera vez era necesario recolectar y transportar los residuos hasta las afueras de las ciudades, pero aún no era percibido como un problema ambiental que pudiera poner en riesgo la integridad del medio ambiente. Continuando con el desarrollo de nuevas tecnologías surgió una nueva modalidad de bien material, el cual reconocemos en la actualidad como producto desechable, en esta nueva modalidad se consumen objetos que no ofrecen un ciclo de

vida prolongado, sino que después de cumplir con su rápida función son catalogados inevitablemente como basura.

Es notable en esta retrospectiva sobre la gestión de residuos, como los asentamientos de la sociedad en las distintas regiones, producen efectos contraproducentes y negativos al deshacerse de la materia indeseable, de tal forma que cada vez existen más personas en distintos lugares influenciadas por las dinámicas de consumo global, donde la gran mayoría de los individuos se deshacen de sus desechos de forma prematura e inconsciente, por lo que en la actualidad se ha comenzado a implementar conceptos sociales en fomento del cuidado ambiental, trayendo consigo el desarrollo de planes de acción enfocados en la gestión integral de residuos, demostrando que la generación desmesurada de desechos constituye una problemática mundial.

2.1.1 Diferencia entre Basura y Residuo Sólido

Los modelos de gestión mencionados durante el transcurso de toda la investigación corresponden a la manipulación de residuos sólidos, comúnmente llamados basura, por lo que es conveniente aclarar cuáles son las características que diferencian a estos dos términos. La basura según la Real Academia Española, “2.f. son los residuos desechados y otros desperdicios” (RAE, 2013).

La basura se genera a partir del fenómeno cultural de usar y tirar todo aquello que representó un bien material y ser destinado a un centro de recolección sin ninguna consideración, siendo este fenómeno lo que genera basura, por lo que la basura es la mezcla de residuos sólidos de distinto origen y composición en un mismo contenedor. Por el contrario los residuos sólidos pasan a ser todo el sobrante de bienes materiales, que son previamente clasificados en base a sus propiedades físicas y químicas, con el fin de prolongar su ciclo de vida. (INE, 2011).

2.2 Clasificación de Residuo Sólido

Entendiendo que el residuo sólido es cualquier objeto, material o resultante del consumo y uso de un bien, dicha sustancia es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final.

Los residuos sólidos se logran clasificar de distintas formas en base a los distintos criterios como se muestra a continuación:

2.2.1 Clasificación por Estado

Un residuo es definido por estado, según el estado físico en que se encuentre. Existe por lo tanto tres tipos de residuos desde este punto de vista: sólidos, líquidos y gaseosos. Es importante anotar que el alcance real de esta clasificación puede fijarse en términos meramente descriptivos o, como es realizado en la práctica, según la forma de manejo asociado (María, 2008).

2.2.2 Clasificación por Origen

Se puede definir el residuo por la actividad que lo origine, esencialmente es una clasificación sectorial. Según esta clasificación, los tipos de residuos más importantes son:

- Residuos Sólidos Urbanos
- Residuos Sólidos Rurales

Residuos Sólidos Urbanos

Los que componen la basura doméstica; la generación de residuos varía en función de factores culturales asociados a los niveles de ingreso, hábitos de consumo, desarrollo tecnológico y estándares de calidad de vida de la población. Los sectores de más altos ingresos generan los mayores volúmenes per cápita de los residuos, y estos residuos tienen un mayor valor incorporado que los provenientes de sectores más pobres de la población. Estos a su vez se clasifican en:

Residuos industriales: La cantidad de residuos que genera una industria es función de la tecnología del proceso productivo, calidad de las materias primas o productos intermedios, propiedades físicas y químicas de las materias auxiliares empleadas, combustibles utilizados y los envases y embalajes del proceso. Dentro de los residuos que genera la industria es conveniente diferenciar entre:

Inertes: son los escombros y materiales similares. Es un residuo estable en el tiempo, el cual no producirá efectos ambientales apreciables al interactuar en el medio ambiente. También se incluyen algunos residuos similares a los residuos sólidos urbanos: Restos de comedores, oficinas, etc.

Residuos radiactivos: materiales que emiten radiactividad.

Residuos tóxicos y peligrosos: son considerados los residuos que entran dentro de las características especificadas por las diferentes normas medioambientales. Este grupo de residuos exige, en función de sus características físicas o químicas, un proceso de tratamiento, recuperación o eliminación específica.

Residuos hospitalarios: Restos del trabajo clínico o de investigación. Actualmente el manejo de los residuos hospitalarios no es el más apropiado ya que no existe un reglamento claro al respecto.

Residuo Sólido Rural:

Si bien el término hace solo referencia a los residuos generados como referencia a la ubicación geográfica de su origen, cabe mencionar que generalmente estos residuos difieren comparativamente en la composición y cantidades de residuos sólidos que son producidos en los centros urbanos.

2.2.3 Clasificados por su Composición

Los residuos urbanos son clasificados en dos principales ramas según su composición las cuales son:

-Residuos Orgánicos

-Residuos Inorgánicos

Como residuos orgánico se entiende aquel que es de origen biológico, esto se refiere a que alguna vez fueron parte de un ser vivo y por ende están constituidos de materia orgánica (MO), y los residuos inorgánicos son aquellos sin origen biológico y surgen en consecuencia de un proceso artificial.

2.3 Condición Mundial de los Residuos Sólidos

Como se ha comentado anteriormente, en México al igual que el resto de mundo se consume una gran variedad de productos, por consecuencia son desechados y convertidos en residuos sólidos o basura, los cuales se comienzan a acumular en grandes cantidades complicando la gestión de los mismos.

Es un hecho que en la actualidad la humanidad se está enfrentando ante una gran problemática al gestionar las grandes cantidades de basura que se generan y es que los niveles de consumo desmedidos y la falta de acciones sociales e institucionales han agravado el problema. (INE, 2009)

Las grandes ciudades generan alrededor de 1.3 billones de toneladas de R.S. al año y se espera que para el año 2025 esta cifra aumente a 2.2 billones. Actualmente en promedio el manejo de los desechos sólidos representa a nivel global un costo alrededor de 205.4 billones de dólares.

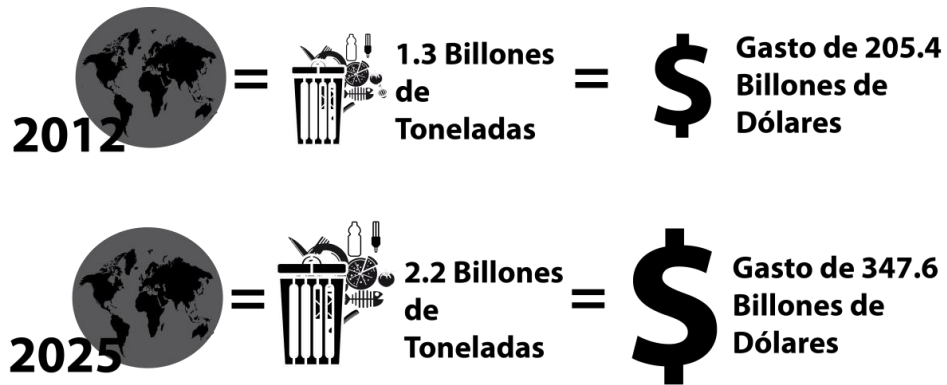


Imagen 1. Condición actual y Proyección de los Residuos Sólidos en el Mundo (World Bank, 2012)

Los R.S.U. usualmente son uno de los aspectos más descuidados por los gobiernos de países en desarrollo y una ciudad que no es capaz de tener un eficiente manejo de estos residuos, difícilmente es competente de manejar aspectos como la educación o salud. El promedio de basura que genera una persona en el mundo es de 1.2 kg por día lo que en un año se convierte en 438 Kg, siendo esto en una ciudad promedio (Hoorweg Daniel, Perinaz Bhada-Tata, 2012).



Imagen 2. Promedio de generación de basura diaria y anual por persona a nivel mundial

El incremento de R.S.U. está directamente relacionado con el crecimiento poblacional y la urbanización, este fenómeno se puede apreciar con mayor detalle en los países en desarrollo como en el este de Asia, América Latina y África donde el crecimiento poblacional llega al 2.9 % anualmente (WorldBank, 2013). La Imagen XX muestra el porcentaje de crecimiento poblacional a nivel mundial mediante degradados, en ella se puede observar que México se encuentra sobre la media, con un 2.1% de crecimiento anual, lo que advierte un aumento proporcional de desechos sólidos.

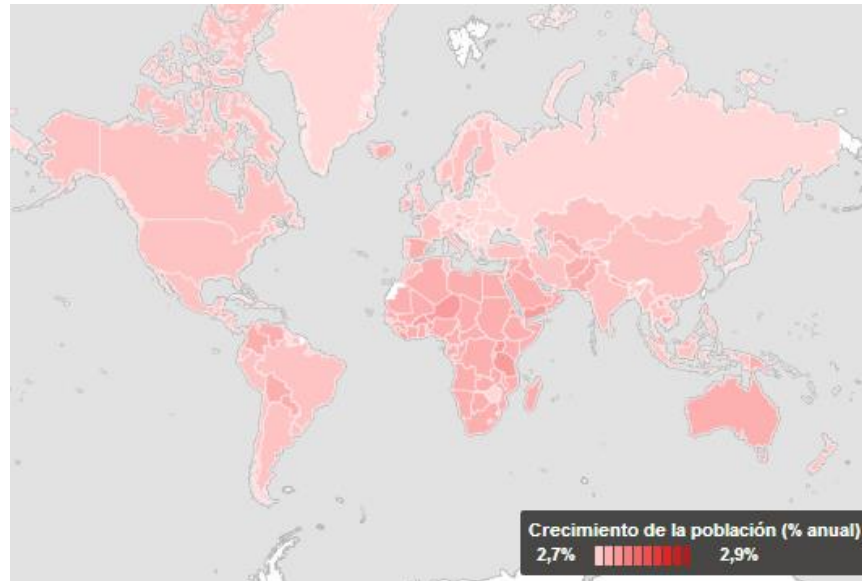


Imagen 3. Crecimiento Poblacional (World Bank 2012)

2.3.1 Tendencias “Waste to Energy”

En conceptos de diseño al igual que en otros campos, las tendencias determinan en gran manera la dirección que toma un proyecto y contextualiza a la persona con el escenario mundial respecto a la problemática. La Real Academia Española lo define como “1.f. Propensión o inclinación en los hombres y en las cosas hacia determinados fines. (REA, 2013).

Aplicando este concepto se buscó alguna tendencia que empatara con los propósitos de mejora en la gestión de los R.S.M. A través de este concepto se pueden analizar la estrategia de desarrollo y la situación actual que viven los países en el mundo en materia de manejo y gestión de residuos. Una tendencia relevante es “waste to energy” la cual se describe a continuación:

Esta tendencia muestra atención en la clasificación y valorización de los residuos que son recolectados para su disposición final. La clasificación es realizada para definir la calidad de la basura a disposición del sistema de gestión, pudiendo generar beneficios para la sociedad mediante su transformación. Una vez que se transforma y nuevamente representa un valor, se define como la creación de un nuevo recurso, el cual es utilizado en la mayoría de los casos para la generación de energía. Estos modelos de gestión pasan a ser utilizados luego de diversos programas de concientización ambiental para la sociedad, de modo que la basura pase de ser un desecho indeseable, a un residuo que formará parte de los recursos para generar energética y contribuir a un desarrollo sustentable. En este contexto, la incineración ha llegado a cumplir los objetivos con respecto al aprovechamiento máximo de los recursos.

El sistema de incineración de residuos de la ciudad de Oslo en Noruega, capital y ciudad más poblada de ese país ha logrado resolver sus conflictos concernientes a la basura por medio de la implementación el programa basado en esta tendencia "Waste to energy" que opera mediante la incineración de desechos, convirtiendo esta problemática en un negocio de gran importancia para su ciudad. Noruega es sinónimo de eficiencia con respecto a la gestión de residuos, por lo que incluso la basura escasea en la ciudad de Oslo. Esta situación es consecuencia de la implementación de diversas plantas encargadas de transformar los residuos en energía eléctrica, por lo que la producción de estas plantas ha superado la cantidad de residuos que ellos producen, "Ahora hay demasiadas plantas comparado con la cantidad de desechos que se producen" (Jannicke Gerner Bjerkas, 2013)

Incluso se prevé que las plantas Noruegas pueden llegar a importar la basura de los países que se encuentran buscando métodos de gestión económicos para sus desechos, como han comenzado a hacer Suecia, quien inició con la implementación de campañas medioambientales, dando frutos décadas después. La situación actual en Suecia es la que se prevé para Noruega ya que se encuentran en el negocio de la importación de basura de diversos países vecinos, siendo uno de sus mayores importadores Inglaterra y sin embargo continúan en la búsqueda de nuevos mercados. (Inma, 2013)

"La basura pasa a considerarse un recurso. Es un recurso para generar energía".
Jannicke Gerner Bjerkas, Waste-to-Energy

El éxito de este tipo de plantas en los países escandinavos supera la ganancia económica que se les otorga por procesar los desechos extranjeros, ya que al hacerlo producen energía eléctrica con esos mismos desechos. Parte de los beneficios de estas plantas incineradoras como medida medioambiental se encuentra en el hecho de que la perspectiva de trabajo es ecológica por lo que no dejan de cumplir con los lineamientos necesarios para la quema de basura, además cuentan con sistemas de clasificación de basura los cuales determinan que tipo de basura es la adecuada para que pueda ser procesada por la incineradora o como ellos la llaman “basura de calidad”, lo cual muchas veces no sucede en otras plantas de este tipo situadas alrededor del mundo.

2.3.2 Alternativas vigentes en la gestión integral de residuos

Existen diversos métodos de gestión final de los residuos, son implementados según las necesidades sociales, oscilando entre únicamente deshacerse de la basura en un área específica y la búsqueda de su máximo aprovechamiento posible al otorgarles un valor luego de ser desechados.

La investigación se centró, en la búsqueda de los modelos de gestión de residuos más eficientes, anexando las distintas medidas tomadas al rededor del mundo y mencionando las más relevantes que se han empleado, considerando su logística e impacto en las diferentes regiones del mundo, se dividieron en categorías de acuerdo al desarrollo económico global, social y cultural, de la región en la que se emplean.

2.3.2.1 Países Desarrollados

Estos países cuentan con una renta per cápita de ingresos altos, estimados en \$11.906 dólares o más (Worldbank, 2008), los indicadores en cuanto a riqueza como educación y sanidad son altos. La gestión tienen un flujo cíclico de residuos, al ser reintegrados en beneficios para la sociedad, logrando controlar la generación de desechos de manera que sus sistemas puedan mantenerse en operación controlada, en las que en algunos casos se busca la disposición de residuos extranjeros para la sostenibilidad de su sistema que ha tenido éxito.

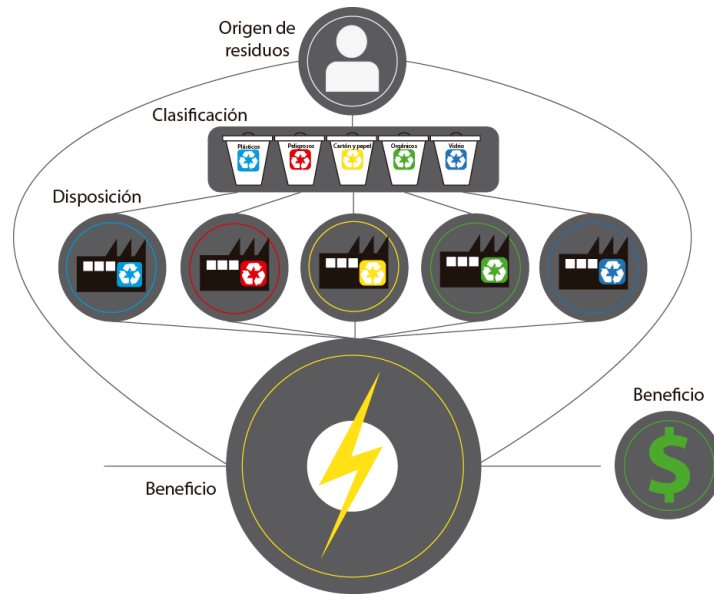


Imagen 04.- Modelo de Gestión Países Desarrollados

Fuente: Diseño de los autores

Incineración de desechos:

Proceso realizado para el tratamiento de los desechos mediante una combustión para su desaparición, tiene variaciones dependiendo las necesidades de la zona de implementación. Es necesario separar los distintos tipos de residuos, ya que no es adecuada para todos ellos por su alto contenido de material peligroso o tóxico, que al ser incinerado se libera, provocando efectos contraproducentes al sistema y a la salud. Diversas incineradoras no cuentan con la separación de desechos adecuada, volviéndose un sistema irresponsable y desfavorable para el ambiente.

Mediante este proceso se convierte la basura en cenizas, gases de combustión y calor, buscando la obtención de energía eléctrica. Entre sus ventajas destacan la eliminación de toxinas a altas temperaturas. En algunas regiones como Suecia y Dinamarca se ha convertido en uno de los principales factores para la generación de energía, para países como Japón es una de las alternativas más utilizadas por su región, donde la tierra no es un recurso abundante para la aplicación de medidas más económicas como los rellenos sanitarios.

Otras alternativas exitosas en países desarrollados muestran el siguiente esquema en la disposición final de residuos:

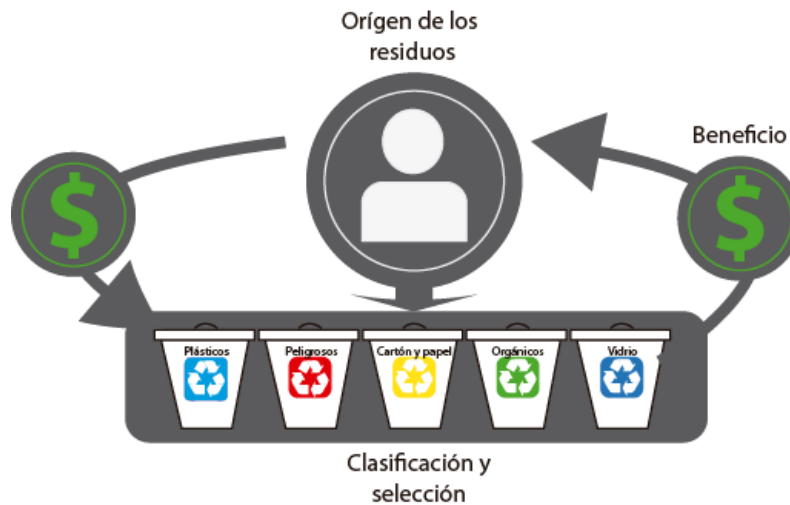


Imagen 05.- Esquema de aprovechamiento de residuos sólidos en países de desarrollo

Fuente: Diseño de los autores

Compostaje:

La Real academia española define al compostaje como “Humus obtenido artificialmente por descomposición bioquímica de residuos orgánicos” (RAE, 2013). Proceso que realiza una interacción entre los residuos orgánicos, los microorganismos, la aireación y la producción de calor, generando un ecosistema apto para poblaciones de microorganismos que se encargan de degradar la materia orgánica, en presencia de oxígeno. El resultante varía entre la generación de composta, humus o abono orgánicos, cualquiera de sus aplicaciones contiene materia orgánica y nutriente, variando únicamente su proporción de acuerdo al método aplicado, siendo estos nutrientes necesarios para la vida de las plantas.

Composta casera:

Variante del composteo, en las que no se tiene un control definido en la calidad de la composta, se procesa de manera sencilla, contando tan solo con un contenedor para colocar los residuos orgánicos, en conjunto con tierra, en un sistema cerrado que se remueve periódicamente. Su principal potencial es colectivo y social, ya que de implementarse por un grupo numeroso de personas se puede lograr una disminución en los desechos que se transportan diariamente a los sistemas de deposición final como los rellenos sanitarios.

2.3.2.2 Países Subdesarrollados

Principalmente sus habitantes apenas disponen de lo necesario, cuentan con una renta per cápita inferior a los \$975 dólares (WorldBank, 2012). Operan en una sub-producción de tipo capitalista, en la que los recursos no están siendo aprovechados, consumiéndolos de manera predatoria. Su flujo de residuos es lineal, en general provienen de la sociedad y son trasladados a un mismo paradero, para eliminar los residuos de manera agrupada, sin buscar la generación de algún beneficio, ni dar valor a los residuos entrantes al sistema. Implica diferentes riesgos para la población debido a las infecciones que esta situación puede generar.

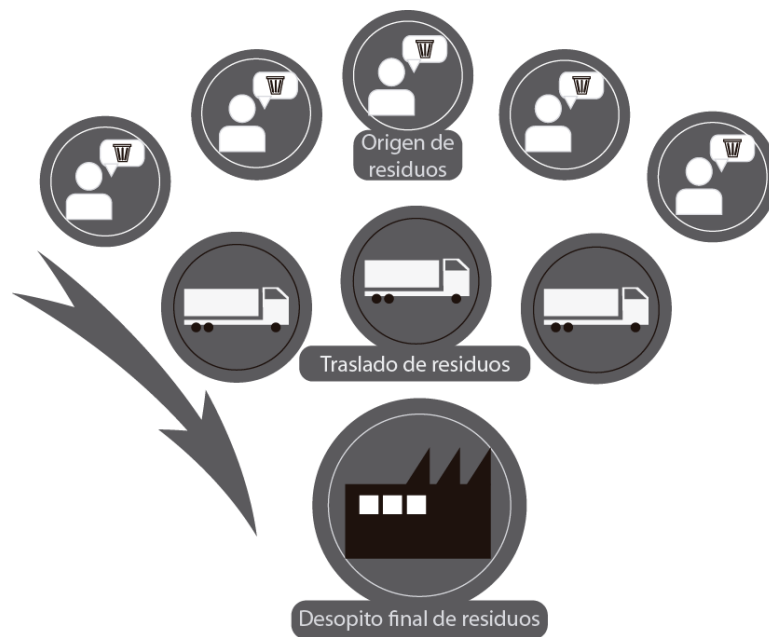


Imagen 06.- Modelo de Gestión de países Subdesarrollados

Fuente: Diseño de los autores

Las técnicas empleadas en la disposición final de los residuos son las siguientes:

Vertederos:

Un vertedero se define como “conducto por el que se arrojan a un depósito situado a nivel inferior basuras, desechos, ropa sucia, etc.” (RAE, 2013). Es uno de los primeros sistemas de gestión de residuos que se conocen y que continúa vigente en algunos países del mundo, principalmente los países subdesarrollados, evolucionando a lo largo del tiempo llegando al punto en el que, si se tiene un control adecuado, se puede convertir en

una solución técnica al problema de la basura actualmente, se le conoce como solución de “confinamiento”, al impedir la interacción directa con el entorno, aun así genera costes ambientales y sanitarios.

Tiraderos a cielo abierto (Basurero):

Un tiradero a cielo abierto es “el sitio en donde se arroja y amontona la basura” (RAE, 2013). Uno de los 3 principales métodos para la deposición final de residuos en México, consta de la colocación directa de basura en el suelo y se deja expuesta, por lo que se ha convertido en una práctica que trae graves consecuencias sanitarias y ambientales.

Principalmente se utiliza por ser uno de los sistemas más económicos y fáciles de operar para los municipios principalmente, en su mayoría son clandestinos y son operados desde familiarmente hasta municipalmente y no se tiene registro de la mayoría de ellos.

2.3.2.3 Países en Vías de Desarrollo

Cuentan con una renta per cápita de ingresos medianos bajos, que van de \$976 dólares a \$3.855 dólares; también se generan los ingresos medianos altos, los cuales van desde \$3.856 dólares a \$11.905 dólares (Worldbank, 2008).

Las alternativas empleadas en este grupo buscan lograr un modelo de gestión controlado, el flujo de residuos generados en la sociedad, prolifera en diversas disposiciones finales, buscando evitar el impacto negativo en la salud y el medio ambiente, esto como consecuencia de la creciente importancia del concepto de sustentabilidad para su población.

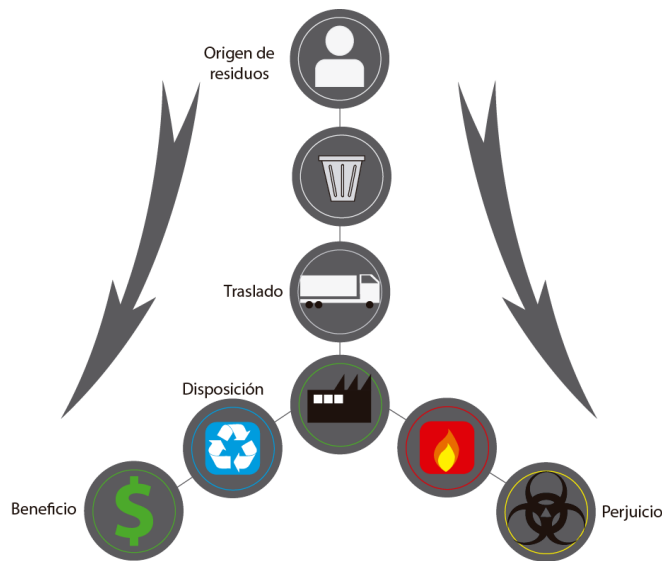


Imagen 7.- Modelo de Gestión en Países en Vía de Desarrollo

Fuente: Diseño de los autores

Relleno Sanitario

Normado por la NOM-083-SEMARNAT-2003; cuenta con infraestructura que incluye diversos métodos para la deposición final de residuos, destaca la compactación y control de estos, al cubrirlos por capas de tierra para su degradación.

Es una alternativa que pretende reducir los impactos negativos de los desechos al medio ambiente. Su composición básica se basa en la creación de una depresión de terreno, la cual es recubierta por una membrana inferior, un sistema que se encarga de la recolección de líquidos lixiviados, un sistema de recolección de gases producidos en el relleno y finalmente una cobertura (Greenpeace Argentina, 2013).

Este método de gestión resulta inadecuado en algunos casos donde cuenta con una infraestructura en buen estado, pero no se cumple con las especificaciones en impermeabilización, operación, ni en las condiciones legales y sanitarias, ya que solo se controla la entrada de basura, más no su tratamiento.

Basura cero:

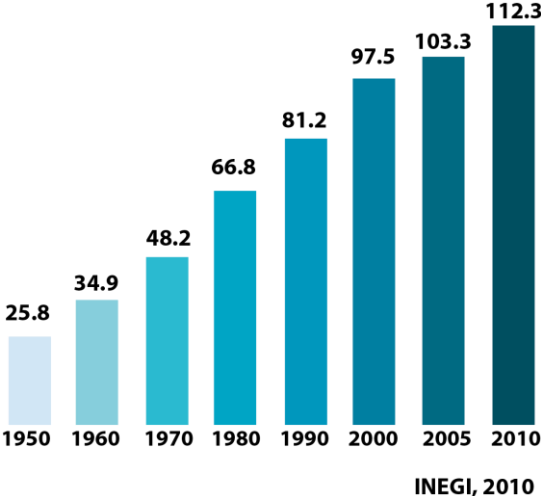
Solución de principio a fin que se dedica a resolver el problema de la generación de basura, aplicada en diversas regiones del mundo, consta de un proceso para generar el

reciclaje total, maximizándolo para disminuir los desechos, reducir el consumo y la garantizar que los productos estén siendo fabricados en un enfoque de reutilización, reparación accesible o que se facilite su reintegración, ya sea al medio ambiente o al mercado.

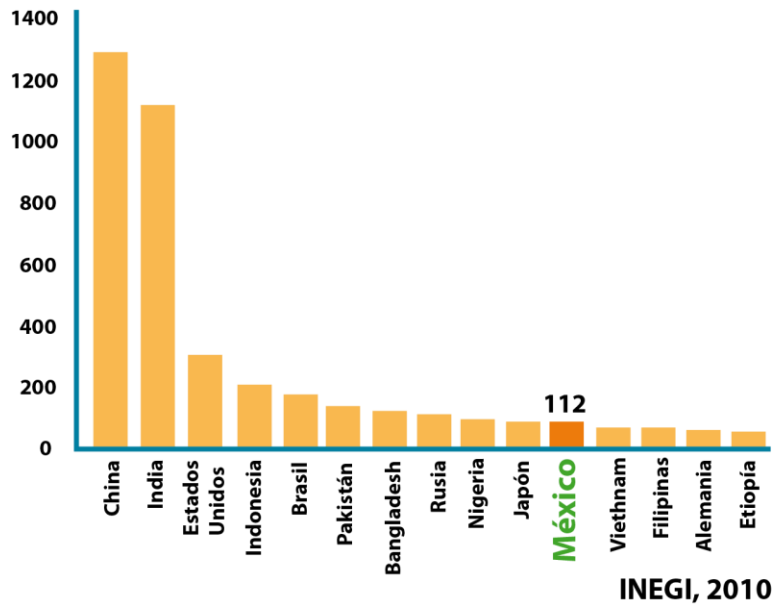
Genera una progresiva disminución en la cantidad de basura que entra a los rellenos sanitarios para ser enterrada; la implementación de basura cero llevo a diversas empresas a asociarse al reciclado y recuperado de materiales para la reducción en la generación de residuos. (Greenpeace argentina, 2013).

2.4 Residuos Sólidos en México

En México como en el resto de mundo se consume una gran variedad de productos, los cuales al ver concluido su ciclo de vida, son destinados a formar parte del campo semántico de los residuos sólidos. La generación de residuos sólidos está completamente vinculada con otro fenómeno relevante de la actualidad, que corresponde a la sobrepoblación y al crecimiento poblacional registrado en los últimos 60 años; durante estos años la población de México incrementó 5 veces su número. Actualmente México cuenta con una población de 112.3 millones de personas, lo cual lo coloca entre las 15 naciones con mayores registros poblacionales. A continuación se muestran gráficas que representan el crecimiento demográfico de México y su comparativa a nivel mundial. (INEGI 2010).



Gráfica 1.- Crecimiento demográfico en México (INEGI, 2010)



Gráfica 02.- Cifra Poblacional a nivel Mundial (INEGI, 2010).

Las estadísticas ubican a México dentro de los primeros lugares en la generación de residuos sólidos de América Latina (Banco Mundial, 2012).

En México se recolectan diariamente 86 mil 343 toneladas de basura, de los cuales Carlos Guerrero, director de Geografía y Medio Ambiente del INEGI, aseguró que por cada mexicano se generan 770 gramos de basura diarios, mientras que en el Distrito Federal la cifra se eleva hasta 2 kilogramos promedio. La generación de residuos sólidos urbanos incrementó 33.7% entre 2000 y 2012, para llegar a 77 millones de toneladas al año; del total de esa basura, el 60 % se deposita en rellenos sanitarios o tiraderos a cielo abierto controlados y sólo el 10% se separa. (SEMARNAT, 2011). El resto termina en sitios clandestinos o tiraderos municipales fuera de norma. A pesar de esta última declaración el INEGI declara que a nivel nacional el 87% de los tiraderos de basura son a cielo abierto y 13 % rellenos sanitarios. (Méndez, 2012)

Dentro de la República Mexicana los RSM se producen mayormente en la región Centro (50%), siguiéndole la región Norte (18%) y el Distrito Federal (13%). A continuación se muestra una gráfica de distribución de los residuos sólidos correspondiente a la región.



Imagen 08.- Distribución de residuos por volumen en México (SEMARNAT, 2008)

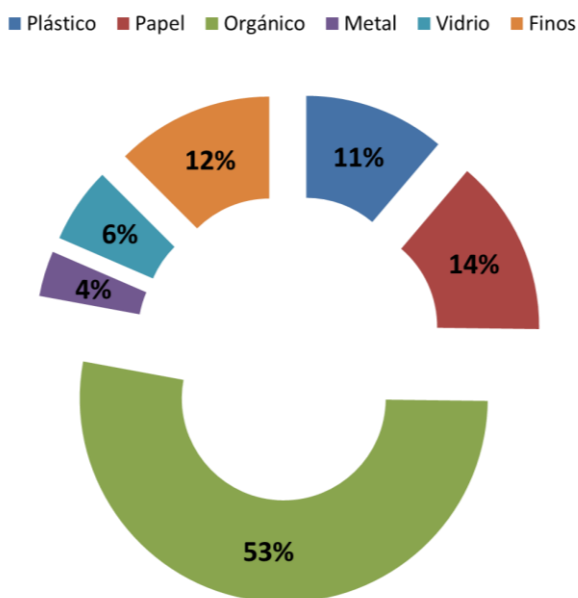
En 2010, los residuos orgánicos, como los restos de comida, de jardines y otros materiales similares, representaron poco más del 52.7% del total de desechos urbanos. El papel y el cartón integran el 14% de los residuos; el vidrio representa el 6% y los metales el 3.6%. Los considerados residuos "finos" y los pañales desechables pasaron de representar 18.8% en 2001 a 12.5% en 2010. Sin embargo, la generación de residuos inorgánicos, como los plásticos, ha aumentado considerablemente en los últimos ocho años: mientras en el año 2001 sólo representaban el 4.3% de los residuos sólidos urbanos, en 2010 han incrementado su participación al representar el 11.2% (Giresol, 2011).

Los R.S.M. son los que representan la mayor dificultad en su gestión ya que está condicionada a distintos aspectos de carácter social, infraestructura, el gran volumen que se genera diariamente y la falta de cultura al respecto (Enriquez, 2008). La forma más simple de separar los residuos sólidos corresponde a su composición, lo cual los divide en dos corrientes:

Desechos Orgánicos

Desechos Inorgánicos

Los desechos orgánicos son aquellos de origen biológico, esto se refiere a que alguna vez fueron parte de un ser vivo y por ende están constituidos de materia orgánica (MO). Los desechos inorgánicos son la parte contraria, su origen es no biológico y en su mayoría son provenientes de un proceso artificial como el vidrio, metales, plásticos, etc. En México existe una gran paridad entre el porcentaje que estos ocupan en el total de residuos sólidos generados. A continuación se muestra el porcentaje que ocupa cada uno en nuestro país.



Gráfica 03.- Residuos Sólidos en México (Giresol, 2011)

“Para el manejo de basura, la tecnología más barata que hay para un país como México es el relleno sanitario, por lo cual no se ha cerrado la puerta a este tema, aunque se deben establecer nuevos patrones de consumo, y separar y reciclar los residuos”, señaló Sandra Herrera, subsecretaria de Fomento y Normatividad Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) (Encinso, 2009) , con esto es evidente que dentro un sistema basado en el ahorro monetario es complicado invertir en nuevas tecnologías para mejorar la gestión de los residuos por lo que se deben proponer vías alternas de solución en la instancia previa a su llegada al relleno sanitario.

2.4.1 Residuos Sólidos en Querétaro

El gran crecimiento poblacional que la ciudad de Querétaro y el estado en general, ha propiciado una serie de problemas asociados con la cohabitación poblacional; entre ellos el incremento de desechos a nivel local y regional. En el año 2010 en el estado Querétaro

se registró que viven 1 827 937 habitantes, lo que posiciona a Querétaro en el lugar 22 a nivel nacional por su número de habitantes. (INEGI, 2010).

Tabla 01.- Habitantes por Estado (INEGI, 2010)

Lugar a nivel nacional	Entidad Federativa	Habitantes (año 2010)
	Estados Unidos Mexicanos	112 336 538
1	México	15 175 862
2	Distrito Federal	8 851 080
3	Veracruz de Ignacio de la Llave	7 643 194
4	Jalisco	7 350 682
5	Puebla	5 779 829
22	Querétaro	1 827 937

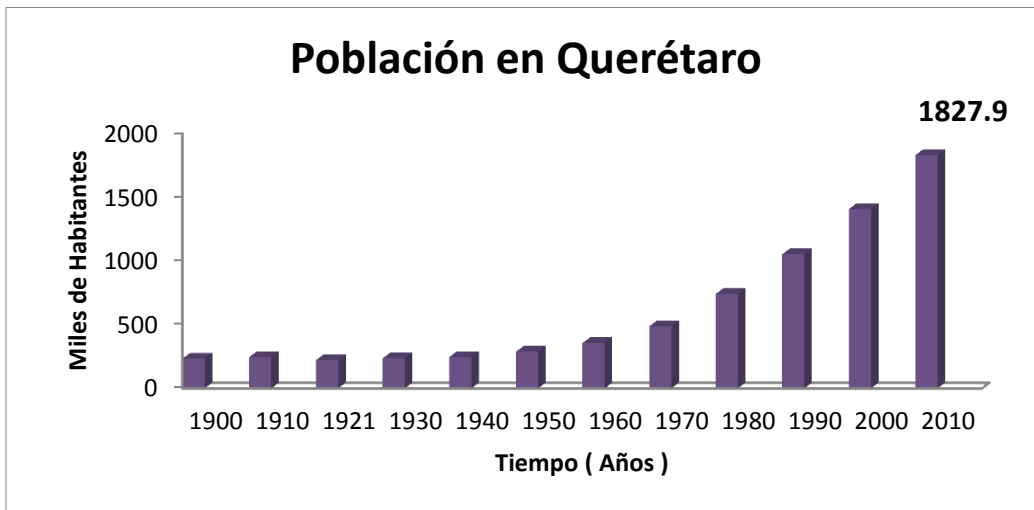
Dentro del Estado de Querétaro la distribución poblacional recae principalmente en 3 municipios: Querétaro, San Juan del Río y Corregidora. Con esto se confirma el hecho de que en el municipio de Querétaro es donde se concentra la mayor parte la población, siendo un total de 626 495 habitantes y si a este factor se suma la población del municipio de Corregidora que es el municipio relativamente cercano al de Querétaro, obtenemos una cifra de 697 749 habitantes que concurren una misma zona lo que revela una densidad de población cercana a los 900 habitantes / km² (INEGI, 2010).

Tabla 02- Habitantes por municipio en Querétaro (INEGI, 2010)

Municipio	Localidad	Habitantes (año 2010)
Querétaro	Santiago de Querétaro	626 495
San Juan del Río	San Juan del Río	138 878
Corregidora	El Pueblito	71 254
Tequisquiapan	Tequisquiapan	29 799
Querétaro	Santa Rosa Jáuregui	18 508
Corregidora	San José de los Olvera	18 406
Corregidora	Venceremos	15 538
Querétaro	San José el Alto	14 094
Ezequiel Montes	Ezequiel Montes	14 053
Cadereyta de Montes	Cadereyta de Montes	13 347

Un factor que influye en la sobrepoblación del Estado es la migración que se ha venido registrando, ya que es evidente que en los últimos 20 años el crecimiento poblacional ha sido de manera acelerada, como lo muestran los censos poblacionales que se han

realizado desde 1900 hasta el 2010 muestran claramente el crecimiento de la población en el Estado de Querétaro.



Gráfica 04.- Crecimiento demográfico en Querétaro (INEGI, 2010)

El Estado está viviendo su tercera gran inmigración con la llegada de familias de estados del norte del país, lo que se refleja en el número de niños de nuevo ingreso que han llegado a la entidad para cursar los niveles preescolar, primaria y secundaria; de los cuales al menos 3 mil 500 menores procedentes de los estados de Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas, Veracruz, Chihuahua y Michoacán llegaron a los distintos planteles públicos de la zona. Es importante recordar que la primera gran inmigración a la entidad se tiene registrada en los años 50 cuando se dio la industrialización de Querétaro y la segunda en 1985, después del sismo que azotó al centro del país. Según lo manifestó el director de USEBEQ, Jaime Escobedo (Norma, 2012).

Aunado a esto, las entidades que registran un menor porcentaje de personas que salen de su ciudad natal para ir a vivir a otras ciudades incluyen a Querétaro junto con otros estados como : Baja California, Colima y Quintana Roo (INEGI 2010); lo que lleva al estado una circunstancia desfavorable donde se acrecienta el riesgo de llegar a un eminente problema de sobrepoblación donde los servicios básicos y comunitarios requerirán ser atendidos para dar atención a todos los nuevos residentes de la ciudad, incluyendo la gestión de los residuos sólidos que serían generados. En la actualidad, únicamente en la ciudad de Querétaro, generan alrededor de 1500 toneladas de residuos por día de productos de consumo humano, y el relleno sanitario municipal de Querétaro,

concesionado al grupo Proactiva, tiene un diagnóstico de un año de vida útil aproximadamente, por lo que se han comenzado a tomar medidas a nivel gubernamental sobre la problemática de la basura (Ayala, 2012). Cabe hacer notar que la entidad tiene una tasa de crecimiento anual del 2.6%, lo que representa 42 mil habitantes más al año (COESPO, 2011)..

En Querétaro al igual que en la mayoría de la entidades del país los R.S.M. usualmente son concentrados por los habitantes de la vivienda, instituciones, oficinas, etc., en un solo recipiente, el cual, luego, es colocado en un camión recolector, que a su vez, los transporta a un paradero final (rellenos sanitarios, tiraderos, barrancos etc.) donde, en el mejor de los casos, se logra separar algunos residuos inorgánicos como latas y botellas de plástico (PET) para reciclarlos o reusarlos.

La capital de Querétaro brinda tratamiento a 24 mil toneladas en promedio al mes, según la cifras oficiales de SEDESU, en todo el estado se generan 45 mil 420 toneladas de basura al mes (Ayala, 2012) lo que refiere a 1514 toneladas al día, siendo confinada en siete municipios.

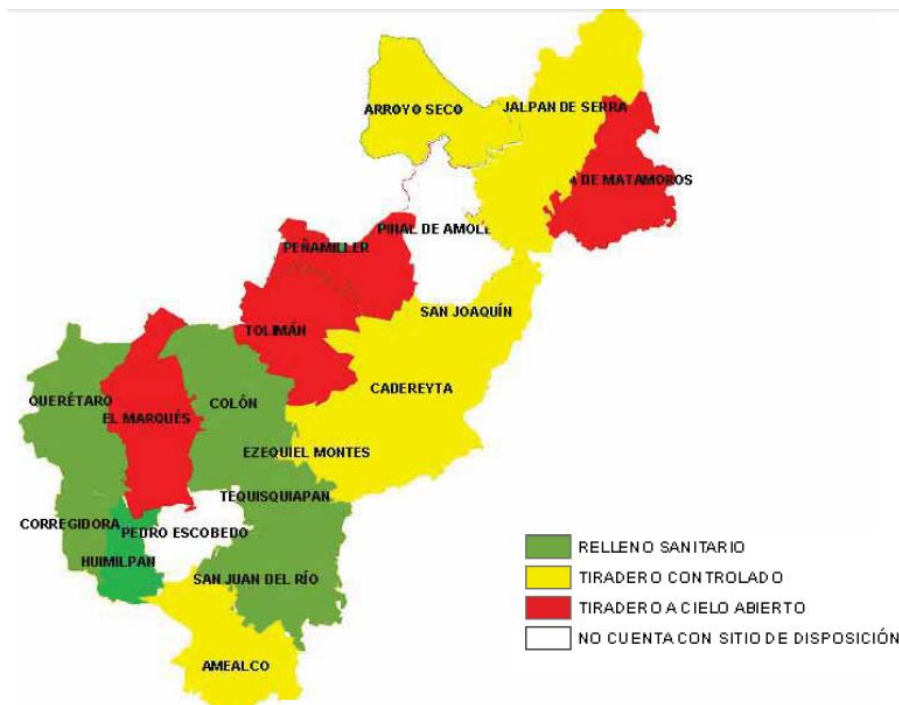


Imagen 09.- Sistemas de Gestión utilizados en las entidades de Querétaro

Sin embargo, dentro del estado, 8 mil 160 toneladas de basura son depositadas al mes en tiraderos a cielo abierto, en las modalidades de controlados y no controlados, mientras 12

mil 870 toneladas (429 toneladas diarias) más que generan seis municipios cada día se depositan en rellenos sanitarios que no operan al 100%. (Chávez, 2011).

El artículo 10 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, establece que los municipios tienen a su cargo las funciones de manejo integral de residuos sólidos urbanos, que consisten en la recolección, traslado, tratamiento y su disposición final.

2.4.2 Marco jurídico en el estado de Querétaro

En Estado de Querétaro todas las acciones referentes a la gestión de residuos sólidos se encuentra primeramente respaldada por Artículo 1° constitucional donde estipula, en un apartado, que...

...”Todas las autoridades, en el ámbito de sus competencias, tienen la obligación de promover, respetar, proteger y garantizar los derechos humanos de conformidad con los principios de universalidad, interdependencia, indivisibilidad y progresividad. En consecuencia, el Estado deberá prevenir, investigar, sancionar y reparar las violaciones a los derechos humanos, en los términos que establezca la ley...”

Donde parte de la protección mencionada anteriormente involucra aspectos de salubridad y responsabiliza directamente a las autoridades a cumplir con ello. En la República Mexicana se cuenta con una ley general para la atención de la gestión de residuos a nivel nacional la cual recibe el nombre de Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento, lo cual regula los estándares necesarios para llevar dicha actividad, de igual manera Querétaro cuenta con una ley interna que resulta ser una ramificación de la ya mencionada, esta extensión corresponde a la Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Querétaro (LPGIREQ) y su Reglamento. Entre otros artículos referentes a cubrir esta necesidad se encuentra los siguientes artículos constitucionales: Artículos 1,4, 25, 27, 73, 115, 124, 133.

Por su parte la Legislación Federal ofrece un apartado recientemente publicado en 2011, donde se ubican artículos que fundamentan la atención a la problemática ya mencionada. “Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente” ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988. Texto vigente. Última Reforma

Diario Oficial de la Federación 28 de enero de 2011 y decreto de acciones colectivas 30 de agosto del 2011 y sus reglamentos.

- Artículos aplicables: 1,2,3,4,7,8,10,11 fracción II, 15,16,23,36.

Otro organismo encargado de regular la manipulación de estos residuos, son la Norma Oficial Mexicana (NOM), que conjuntamente con la Secretaría de Educación del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) han estipulado las siguientes normas en beneficio de la sociedad:

- NOM-083-SEMARNAT-2003 que contiene las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial,
- NOM-052-SEMARNAT-2005 que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de residuos peligrosos
- NOM-004-SEMARNAT-2002 Protección ambiental.- Lodos y bio-sólidos.- Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.

Actualmente en el Estado de Querétaro se encuentra en marcha el “Programa para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Querétaro” el cual tiene como principal objetivo

“Enfrentar en todas las áreas de la gestión gubernamental y particularmente en la ambiental, es lograr una gobernanza efectiva, en la cual de manera coordinada y activa, el gobierno, el sector productivo y el sector social, trabajen de la mano y asuman sus respectivas responsabilidades en la implementación de las políticas, planes y programas, para que estos no sean solo un conjunto de buenas intenciones, sino el instrumento para satisfacer de manera balanceada las necesidades de los distintos sectores, así como para amplificar sus alcances mediante el desarrollo de sinergias”.

En síntesis el programa ofrece conocer la opinión de la ciudadanía respecto a esta problemática, para llegar a generar estrategias y objetivos definidos. Dichas iniciativas deben describir las estrategias a aplicar, las acciones a realizar, los recursos a asignar,

así como los mecanismos para verificar y evaluar su cumplimiento. En base a esto, el “Programa para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Querétaro”, ha sido estructurado para poner en práctica la aplicación de la responsabilidad compartida, incluyendo los sectores público, social y privado.

La primera línea de acción del Programa se orienta a lograr que éste no sea solo un programa gubernamental, sino que constituya el medio para vincular y potenciar las iniciativas que los distintos sectores de la sociedad en la entidad están desarrollando para lograr fines comunes. Con dicho propósito, se incorpora en él la consideración de la conformación de un Comité Coordinador Intersectorial de seguimiento de su implementación, así como de estrategias para hacer efectiva la participación.

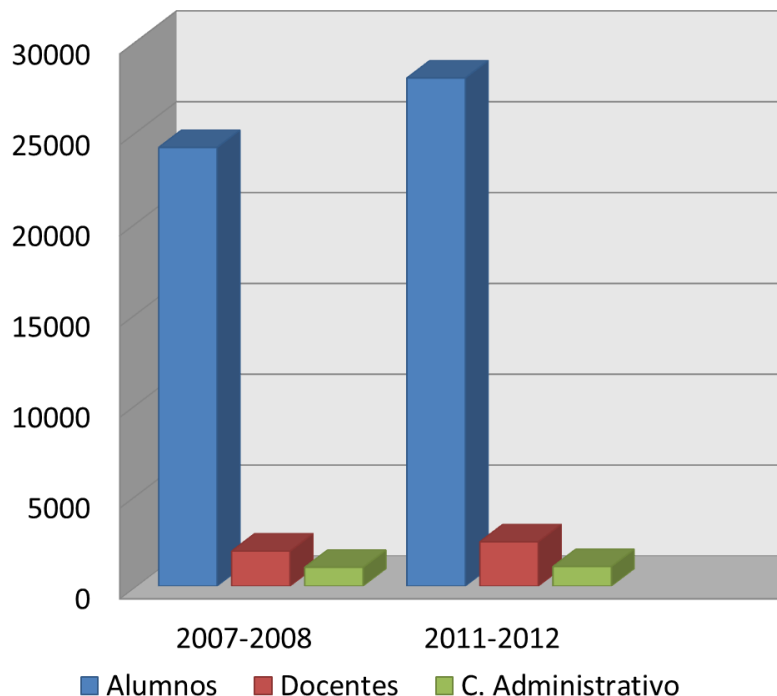
En base a la descripción detallada del programa queda confirmado el interés que presenta el poder gubernamental del Estado de Querétaro por mejorar las condiciones en la gestión de los residuos sólidos urbanos y especiales, mediante una estrategia que vincula un esfuerzo colectivo entre la sociedad, sector empresarial y autoridades, respetando el ambiente y fomentando su conservación. Bajo este argumento, es evidente que existe un área de oportunidad para trabajar en iniciativas que bajo el mismo objetivo del programa, logren tener el respaldo de instituciones tanto gubernamentales como privadas.

2.5. Residuos sólidos en la UAQ

Actualmente en la Universidad Autónoma de Querétaro al ser una Institución pública cuenta con una gran cantidad de estudiantes, entre sus distintos campus de licenciatura suman un total de 16 758 alumnos de licenciatura, 7 483 alumnos de bachilleres y 2 635 cursando posgrado inscritos en 2012, que sumado al grupo administrativo de 104 personas y 1 090 inscritas en cursos de idiomas, suman un total de 28 070 personas que conforman la comunidad universitaria.

A continuación se muestra una gráfica comparativa que muestra el incremento de la comunidad universitaria entre el periodo 2007-2008 y 2011-2012.

Comunidad Universitaria UAQ



Gráfica 05- Crecimiento Poblacional de Comunidad Universitaria (UAQ, 2013).

Como se puede observar el crecimiento poblacional de Querétaro ha repercutido de igual manera dentro de la Universidad pasando de 24 143 alumnos en el período 2007-2008 a 27 966 hasta 2012, lo que como se ha mencionado anteriormente aumenta el número de residuos sólidos generados por cada uno de los elementos de la comunidad universitaria.

2.6 Condición de los Residuos Sólidos Orgánicos

En México la gran mayoría los desechos orgánicos terminan en paraderos como los rellenos sanitarios, tiraderos controlados o cielo abierto, donde no existen procesos o mantenimientos que permitan aprovecharlos a excepción de algunos casos donde se implementan bio-digestores, los cuales consisten en aprovechar el proceso natural de la fermentación mediante la mezcla de excremento y algunos vegetales y frutas no cítricas diluidas con agua, aprovechando el gas metano que se genera; pero esta alternativa es escasamente utilizada debido a las instalaciones que involucra dicho proceso a una gran escala. Esta alternativa se efectúa en su mayoría en espacios privados financiados por propietarios de la industria ganadera o agrícola.

Existe otra alternativa para el aprovechamiento de los residuos orgánicos, la cual consiste en un proceso natural de descomposición, donde los desechos orgánicos transmiten sus nutrientes al suelo, mejorando sus condiciones de cultivo fungiendo como abono. Dicho proceso se denomina compostaje (Instituto Nacional de Ecología, 2007).

Dentro el campo de los residuos orgánicos es posible encontrar distintas clasificaciones debido a su amplia variación de elementos, los cuales presentan distintas propiedades, a continuación se muestra su clasificación por propiedades, según el Instituto Nacional de Ecología (INE, 2012):

- Residuos verdes: Son aquellos con alto contenido de nitrógeno.
- Residuos cafés: Aquellos que presentan un alto contenido de carbono, agua y oxígeno.
- Minoritarios: De origen animal ricos en grasas y calcio.
- Riesgo Sanitario: Como su nombre lo indica son aquellos que pueden representar daños a la salud.

Tabla 03. Segmentación de residuos orgánicos (INE, 2012)

Residuo	
Cafés	Aserrín, virutas de madera
	Hojas perennes (no se caen en el otoño)
	Hojas secas
	Paja y heno
	Pasto cortado y seco
	Podas de árboles
Verdes	Cítricos
	Estiércol de animales herbívoros
	Frutas, verduras, residuos de comida
	Hojas y bolsas de té
	Maleza verde

Pequeñas cantidades	Pasto verde
	Aceites, grasas y productos lácteos
	Carne, hueso, pescado
Riesgo sanitario	Papel sin tinta
	Excremento de animales carnívoros y humano
	Plantas enfermas
	Malezas y plantas persistentes

La inadecuada gestión de los residuos sólidos orgánicos genera una secuela de eventos que perjudican a la sociedad y el ambiente, ya que, este tipo de residuos crean las condiciones necesarias para la reproducción de fauna nociva (ratas, cucarachas, moscas, mosquitos) la cual puede transmitir enfermedades infecciosas. Los residuos sólidos depositados inadecuadamente pueden generar gases, humo, polvos que contribuyen a la contaminación atmosférica; también son capaces de originar problemas de contaminación de las capas acuíferas, por la percolación de líquidos lixiviados en el subsuelo.

2.6.1 Propiedades biológicas de los residuos sólidos orgánicos

Excluyendo la goma y el cuero, la fracción orgánica de la mayoría de los residuos se puede clasificar de la forma siguiente:

- 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.

La característica biológica más importante de la fracción orgánica de los residuos urbanos, es que casi todos los componentes orgánicos pueden ser convertidos biológicamente en gases y sólidos orgánicos relativamente inertes. La producción de olores y la generación de moscas están relacionadas también con la naturaleza putrefactible de los materiales orgánicos encontrados en este tipo de residuos (por ejemplo los residuos de comida).

2.6.2 Generación de Líquidos Lixiviados

Es el líquido resultante de un proceso de percolación en el que un fluido pasa a través de un sólido, generalmente arrastra una gran cantidad de componentes que se encuentran en el sólido que atraviesa.

El lixiviado se debe gestionar de tal manera que se minimice la posibilidad de que los fluidos puedan entrar en contacto con los residuos sólidos, posibilitando su conducción a un punto donde deberá ser tratado y almacenado, ya que de mezclarse con los residuos se vuelve un contaminante muy peligroso para los mantos acuíferos cercanos al área donde se generan y dependiendo de los residuos orgánicos e inorgánicos con los que se mezcla será su tratamiento, el cual implica el costo económico (Chavarro, 2006).



Imagen 10.-Esquema de generación de líquidos lixiviados

Fuente: Diseño de los autores

En general en el lixiviado conforme transcurre el tiempo se suscitan los siguientes eventos:

-Disminuye la biodegradación de la materia orgánica

-Aumenta la concentración de amonio

-Aumenta la presencia de sales

Este líquido existe en los rellenos sanitarios y está formado por la mezcla de las aguas de lluvia infiltradas en el depósito y otros productos y compuestos procedentes de la degradación de residuos.

Debido a esto los rellenos sanitarios por norma deben contener una membrana impermeable en la parte inferior, para mantener limpias las aguas subterráneas que proveen de agua potable al 40% aproximadamente de la población cercana a un relleno sanitario.

2.6.3 Proceso de Degradación en Residuos Orgánicos

El proceso de degradación de los residuos sólidos orgánicos es llevado a cabo por medio de una serie de poblaciones mixtas de microorganismos que en distintas condiciones pueden transformar los residuos orgánicos en una materia orgánica estabilizada. Existen diferentes tipos de enzimas a través de las cuales los microorganismos desempeñan la degradación de materiales orgánicos, las enzimas son activadas en una zona muy restringida de pH, y presenta un punto óptimo de pH donde su actividad es mayor si se adicionan insumos tales como activadores o enriquecedores y cumplen con la función de mejorar la composición química y la estructura del compost (Rojas, 2012). Siendo el compost un abono excelente para la agricultura, ya que el compost se puede definir como el resultado de un proceso de humificación de la materia orgánica, bajo condiciones controladas y en ausencia de suelo. El compost es un nutriente para el suelo que mejora la estructura, ayuda a reducir la erosión y también aumenta la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas. El compost se compone de restos orgánicos, microorganismos, oxígeno y agua.

Los residuos orgánicos presentan 2 tipos de procesos biológicos para su degradación, que se ven influidos por las siguientes características:

2.6.3.1 Degradación aeróbica

Es el proceso que comúnmente se lleva a cabo en una composta donde la acción de los microorganismos dependen de la presencia de oxígeno y además de otras condiciones como temperatura, humedad, pH, tipo de materia orgánica y concentración de nutrientes disponibles, donde se genera anhídrido carbónico y agua producto de la respiración de los microorganismos, todos estos procesos ocurren de manera simultánea.

2.6.3.2 Descomposición anaerobia

En este proceso los microorganismos utilizan la fermentación de otros elementos que no son el oxígeno. Este proceso llega a generar olores desagradables por la formación de gases que pueden ser utilizados como combustibles (biogas); es un proceso de reducción donde los malos olores que se despiden son debido a la pudrición del material y a la generación de sustancias tóxicas como ácido sulfhídrico, mercaptanos y metil mercaptanos que pueden ser nocivos para la actividad biológica del suelo, pero luego de la completa degradación el efluente es un biofertilizante utilizable.

En la naturaleza este proceso ocurre en el material orgánico que se encuentra sumergido en charcos de agua estancada, como sucede en los pantanos, algo similar sucede en el estómago de los animales (rumiantes) por lo que al proceso también se le denomina digestión.

2.6.4 Compostaje

El compostaje es un proceso que se lleva a cabo en un determinado tiempo que puede variar según las condiciones, hasta alcanzar la madurez necesaria para realizar la degradación completa de los residuos orgánicos.

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

- Temperatura
- Humedad
- PH
- Presencia de Oxígeno
- Relación C/N equilibrada

- Población microbiana.

El compostaje al ser un proceso controlado y acelerador de descomposición de las partes orgánicas de los residuos, puede ser por lo tanto llevado mediante un proceso aerobio como anaerobio.

2.6.4.1 Compostaje aerobio

El compostaje, según el proceso biológico aeróbico, se desarrolla mediante la actuación de los microorganismos sobre la materia rápidamente biodegradable, es decir, restos de cosecha, excrementos de animales y RSU.

El compostaje aerobio produce un compost de mayor calidad y su puesta en marcha es sencilla; sin embargo requiere un gasto energético para aportar oxígeno, reduce el volumen de la materia orgánica, requiere grandes superficies, tiene un límite en la carga que puede tratar y expulsa algunos gases contaminantes a la atmósfera.

2.6.4.2 Compostaje anaerobio

El Tratamiento anaerobio además de en residuos sólidos urbanos (RSU) se aplica sobre lodos de depuradoras. La digestión anaerobia es un proceso al que se someten los RSU para obtener de ellos biogás y compost. Esta degradación implica la actuación en serie de unas determinadas familias de bacterias:

- Fase hidrolítica: fase principal ya que es imprescindible que la materia orgánica se encuentre disuelta para que las bacterias seguidamente puedan actuar.
- Fase acetogénica: las moléculas se convierten en ácidos simples (el más importante es el acético)
- Fase metanogénica: es la única fase estrictamente anaerobia en la que las bacterias convierten el ácido acético en metano y CO₂.

El compostaje anaerobio produce energía en forma de biogás, reduce en gran medida el volumen de la materia orgánica, permite altas velocidades de carga, requiere poco espacio, pocos equipos mecánicos y no emite gases contaminantes, olores o gérmenes; sin embargo produce un compost de menor calidad, su arrancado es lento y difícil y las bacterias anaerobias son sensibles a gran cantidad de sustancias tóxicas.

Dentro de los distintos procesos ya sea aeróbico o anaeróbico, la aplicación de activadores orgánicos mejora el proceso de compostaje y maximiza la bio-transformación de los residuos orgánicos. Sin embargo el proceso de compostaje eficiente depende primordialmente de la población microbiana que acelera este proceso de descomposición de los residuos orgánicos. (Rojas, 2012)

2.7 La lombriz como elemento de la degradación

Habiendo entendido que la descomposición es un proceso en cadena en el que la materia orgánica muerta experimenta una sucesión de transformaciones físicas y químicas en el suelo que conducen a la mineralización de una parte del recurso y al depósito de compuestos resistentes en forma de compost; es posible afirmar que el proceso de degradación depende ampliamente de microorganismos los cuales se encuentren de forma natural y brindan las enzimas necesarias para culminar el proceso. Dentro de un entorno natural no controlado es posible observar el desarrollo de este proceso mediante un organismo fácilmente perceptible para el hombre como es el caso de la lombriz, las cuales son elementos clave del proceso e influyen en él a través de efectos directos e indirectos.

Las lombrices de tierra modifican la biomasa microbiana y su actividad de forma directa a través de la estimulación, digestión y dispersión de los microorganismos, los cuales producen las enzimas responsables de la descomposición bioquímica de la materia orgánica e interaccionan con otros componentes biológicos del sistema del suelo, afectando en consecuencia a la estructura del suelo. De manera indirecta influyen procesos de envejecimiento y mezclado de materiales modificados por las lombrices con otros sustratos orgánicos no modificados por ellas.



Imagen 11.- Especie de lombriz de tierra (Postandrilus majorcanus), encargada de la degradación de desechos orgánicos

La descomposición de la materia orgánica incluye 2 fases diferentes en relación a la actividad de las lombrices de tierra:

-Fase activa o directa: Durante la cual las lombrices procesan la materia orgánica, modificando sus propiedades físicas y su composición microbiana (Lores et al. 2006).

-Fase de maduración o indirecta: Durante la que los microbios asumen el control de la descomposición del material previamente procesado por las lombrices (Domínguez 2004).

La duración de la fase activa no es fija, y depende de la especie y de la densidad de lombrices, así como de sus tasas de ingestión y procesado de materia orgánica (Aira y Domínguez 2008).

Al ser estos invertebrados parte de la mayor biomasa animal terrestre e influir de forma muy significativa en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, y en la aceleración de la descomposición de la materia orgánica y del reciclado de nutrientes, las lombrices han sido adoptadas por el hombre como herramienta para la generación de compost, mediante el desarrollo de distintas técnicas que han llegado a consolidar a una práctica denominada lombricultura, la cual brinda a los practicantes compost de alta calidad para la agricultura o simplemente al mejoramiento de suelo.

2.7 Concepto de Sustentabilidad y Sostenibilidad (Duradero)

Para definir la sustentabilidad el informe Brundtland (Nuestro futuro común) señala que la sustentabilidad es:

“El desarrollo que responde a las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de responder a sus propias necesidades”

Este concepto está enfocado en dirigir un sistema que pueda sostenerse sin deteriorar el medio ambiente y evitar el agotamiento de los recursos naturales, se compone de tres fundamentos para la generación de un desarrollo sustentable, que constan de la sustentabilidad ambiental, sustentabilidad económica y sustentabilidad social.



Pilares del desarrollo sostenible (S)

Imagen 12.- Esquema de Desarrollo Sustentable

Fuente: Diseño de los autores

- Factores Ambientales. Que representan el estado natural (físico) de los ecosistemas, los que no deben ser degradados, manteniendo sus características principales, las cuales son esenciales para su supervivencia a largo plazo.
- Factores Económicos. Debe promoverse una economía productiva auxiliada por el know-how (conocimiento fundamental de transferencia tecnológica) de la infraestructura moderna, la que debe proporcionar los ingresos suficientes para garantizar la continuidad en el manejo sostenible de los recursos.
- Factores Sociales. Los beneficios y costos deben distribuirse equitativamente entre los distintos grupos, etc.

Cada pilar de la sostenibilidad se ha adaptado a diferentes contextos en la actualidad, relacionándolos como un atributo necesario para poder mantener un sistema por sí mismo, sin ayuda exterior y sin mermar los recursos disponibles.

El esquema de la Imagen.- 12 plantea el desarrollo tecnológico al igual que el desarrollo social, de tal forma que el medio ambiente y sus recursos puedan recuperarse al mismo tiempo que se ve afectado por las actividades humanas. En base a esto es que se logra

un avance simultáneo entre los 3 pilares, en pro de la conservación del planeta y la renuncia a los altos niveles de consumo.

2.7.1 Diversidad cultural

La diversidad cultural, según la declaración universal sobre la diversidad cultural “es un aspecto necesario, con el cual debe contar el ser humano para dar inicio al desarrollo sustentable, además del crecimiento económico, busca lograr un equilibrio satisfactorio en los aspectos intelectuales, afectivos, morales y espirituales” (UNESCO, 2001), este concepto pudiera ser tomado como el cuarto pilar de la sustentabilidad ya que busca generar un desarrollo sustentable.

2.7.2 Sustentabilidad ecológica

La búsqueda de la sustentabilidad ecológica de manera aislada, es un concepto que busca dar solución a los crecientes problemas ambientales, otorgando prioridad a las cuestiones ambientales antes que a las económicas, sociales y culturales.

Busca asegurar la existencia de la raza humana por un periodo de tiempo prolongado, manteniendo satisfechas tanto las aspiraciones humanas sin poner en riesgo la integridad ecológica.

- Integridad ecológica: productividad biológica, biodiversidad, agua dulce y océanos.
- Aspiraciones humanas: necesidades humanas básicas (alimento, agua, salud, vivienda) combustible, cohesión y diversidad cultural.

2.8 Diseño Industrial para la Sustentabilidad

Concepto de diseño industrial:

Según la definición del ICSID (International Council of Societies of Industrial Design),

“El Diseño es una actividad creativa que cuyo objetivo es establecer las cualidades polifacéticas de objetos, de procesos, de servicios y de sus sistemas en ciclos vitales enteros. Por lo tanto, el diseño es el factor central de la humanización innovadora de tecnologías y el factor crucial del intercambio económico y cultural.”

Esta actividad se enfoca en la creación y desarrollo de productos a nivel industrial (producción en serie), en los que se incluyen importantes actividades como la creatividad inventiva al momento de diseñar el producto.

Como servicio profesional tiene los objetivos de crear y desarrollar conceptos que optimicen la función, el valor y la apariencia de diferentes productos y/o servicios, buscando el beneficio mutuo entre el usuario y el productor.

“El diseñador industrial puede dedicarse a dar solución a todos los aspectos y/o sumergirse en todo el proceso o solo en algunas partes concretas del mismo.” ICSID, 2005.

Es importante tener en cuenta que la acción de diseñar requiere tareas de investigación, de análisis, modelados y adaptaciones hasta la producción final del objeto.

El rol del diseño industrial en la sustentabilidad:

Los conceptos relacionados con el diseño industrial y sustentabilidad, buscan la generación de estrategias en las que se afecte de manera positiva la vida útil de los recursos disponibles, incluso revalorizándolos luego de que han sido desechados.

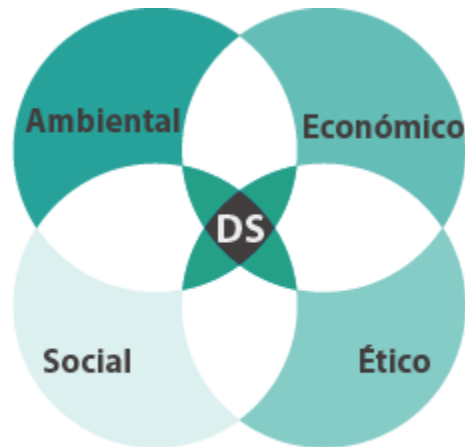
De acuerdo con las bases propuestas por el Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sustentable (WBCSD) se describe como diseño sustentable a:

“La entrega de productos y servicios competitivos que satisfacen necesidades humanas otorgando calidad de vida, mientras se reduce progresivamente el impacto ambiental y el consumo de recursos a lo largo de su ciclo de vida, en un nivel por lo menos acorde a la capacidad de carga del planeta”.

Las estrategias propuestas deben prestar atención los factores involucrados en el ciclo de vida del producto generado, como lo son: sus materiales, sus procesos de producción, su impacto social y la disposición final de la vida útil los productos.

El diseño sustentable busca influir en cuatro aspectos durante el ciclo de vida de algún producto.

1. Ambiental: disminución del impacto a lo largo de todo el ciclo de vida, preservación de recursos.
2. Económico: generación de riqueza.
3. Ético: preservación de recursos para las futuras generaciones, derecho de las personas a gozar de un medio ambiente sano.
4. Social: generación de conocimiento, concientización y educación ambiental, al igual que la creación de empleos.



Aspectos del Diseño Sustentable (DS)

Imagen 13.- Esquema de Diseño Sustentable

Fuente: Diseño de los autores

Para cumplir satisfactoriamente un diseño sustentable, se busca influir en los aspectos ambientales, económicos, éticos y sociales, no considerando como solución única a la creación de nuevos productos innovadores, sino también al uso o reusó de productos existentes en contextos diferentes para el mejoramiento de su desempeño.

2.8.1 Herramientas para el diseño industrial

2.8.1.1 Biomimicry (Biomimética)

La biomimética es un método de innovación que busca soluciones sustentables mediante la emulación de patrones y estrategias propuestas por la misma naturaleza. Tiene como meta crear productos, procesos y técnicas -nuevas formas de vivir- que estén bien adaptados a la vida en la tierra en el largo plazo. (Biomimicry 3.8, 2013). De acuerdo con la fundadora de este método Janine M. Benyus, los seres humanos deberíamos emular

conscientemente el ingenio de la naturaleza en nuestros diseños, con la finalidad de preservar el equilibrio natural del mundo en que vivimos mediante la coexistencia entre el hombre y su medio ambiente (Beynus, 1997).

Este método está fundamentado por la premisa de que la naturaleza es el único modelo que perdura por millones de años, con lo cual se convierte en un sistema sustentable, por lo que se busca adaptar ese método para mejorar la calidad de vida de los seres humanos. Uno de sus fines principales es el compromiso ecológico ya que cualquier solución a un problema determinado se debe encontrar en la inteligencia de la naturaleza con lo cual los sistemas humanos integranse de manera adecuada al entorno en el que vivimos. Se autodefine como una nueva forma de ver y dar valor a la naturaleza por lo que esta nos puede enseñar, con el fin de aprender a diseñar tecnologías sostenibles basada en estas estructuras de la naturaleza sin intentar erróneamente de superarla o sustituirla; este método solo promueve imitación e inspiración de las estructuras naturales.

Ejemplos de aplicación:

En las imágenes que se muestran a continuación se observan algunos ejemplos de este concepto aplicado a la innovación de productos.



Imagen 14.- Exposición de Bionic Car

Este auto imita la estructura ósea de un pez globo la cual le permite romper de mejor manera la resistencia del viento, además de ser más ligero con lo cual reduce su consumo de combustible.

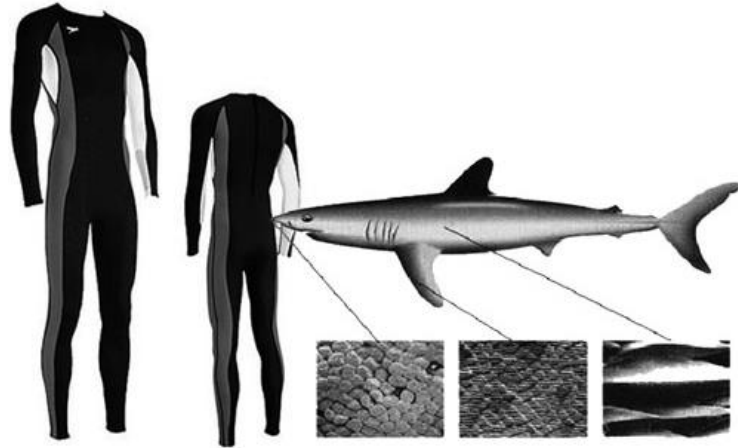


Imagen 15.- Traje de natación inspirado en tiburón

Este traje de nado creado por la empresa SPEEDO imita la estructura la piel del tiburón la cual cuenta con una textura similar a las escamas las cuales canalizan el agua permitiendo tener una mayor velocidad en el momento del nado.



Imagen 16.- Tren Shinkansen, Japón

Este tren resulta ser el más rápido del mundo, en un principio tuvo un problema, al momento en que salía de los túneles generaba un fuerte estruendo debido al cambio de presión del aire. Los diseñadores imitaron al Martín pescador, tomando la morfología del pico del ave rediseñaron la parte delantera del tren

Estas imágenes son un claro ejemplo de como la biomimética es capaz de lograr innovar mediante procesos de imitación de organismos de la naturaleza, contribuyendo a un impacto social y generar un valor agregado a un producto el cual se puede distinguir en el mercado al que pertenezca, como en el caso del traje de natación mostrado el cual ha

sido adoptado por gran parte de los equipos de natación profesional, logrando distanciarse de sus competidores.

2.8.1.2 Human Centred Design

Human Centred Design es una herramienta de diseño que ha tomado fuerza en los últimos años, es utilizada para encontrar nuevas soluciones ante los desafíos de diseño que se presentan en la actualidad. El proceso de esta herramienta ayuda a la gente a oír las necesidades de las personas a quienes se está diseñando, propone crear innovadores enfoques para conocer esas mismas necesidades y deliberar soluciones que funcionen en un contexto cultural y económico en específico. El proceso de HCD ayuda a los usuarios del mismo a hacer las preguntas correctas, esto incrementa la velocidad y la eficiencia a las soluciones implementadas, teniendo un impacto en las personas a las cuales iba dirigido la solución.

Esta herramienta comprende al usuario no solo como el receptor de los esfuerzos de diseño sino que también lo ubica como el inspirador y el regulador de los conceptos y productos generados; su objetivo principal es influenciar el proceso de diseño para lograr nuevos o mejorados productos, generados a partir de necesidades y expectativas reales de los usuarios. Cabe resaltar la importancia que pone este proceso en lograr satisfacer las expectativas del usuario, ya que este aspecto da gran fuerza a los productos puesto que genera la deseabilidad en el usuario, cumpliendo así un pilar importante en el cumplimiento de la innovación. Es de vital importancia la etapa de observación y la investigación contextual, para comprender realmente a las personas a quien se diseña.

Cuando se hace referencia al Diseño Industrial, que resulta ser una carrera de enfoque humanista debido a su propósito de satisfacer las necesidades del ser humano mediante productos, todo aquello que se diseña va dirigido implícitamente a un usuario y por ende involucra la relación con su entorno.

En la actualidad algunos estudios de diseño se han convertido en referencia sobre innovación, no solo a nivel de producto sino también de planeación estratégica, al igual que muchos institutos universitarios y ciertas organizaciones apoyan y desarrollan herramientas basadas en HCD.

2.8.1.3 IDEO

Un estudio de diseño que ejemplifica claramente el uso del HCD es el renombrado estudio IDEO. Esta firma de diseño fundada en el año 1991, surge de la fusión de David Kelly Design Inc., quienes fueron creadores del primer mouse para Apple en 1982 y de ID Two, los creadores de la primera computadora portátil en el mismo año. Su primera sucursal se ubicó en Palo Alto, San Francisco y luego se expandieron, abriendo estudios en Chicago, Boston, Londres y Munich, teniendo una facturación, en el año 2003 de U\$\$ 62 millones, lo que sin lugar a dudas lo convierte en una de las firmas de diseño más exitosas que existe en la actualidad. IDEO ha llevado a cabo grandes cambios en los últimos años, su enfoque ha pasado del de una firma que vende solamente diseño a ser una consultora sobre innovación y planeamiento estratégico; aplicando su método para solucionar problemas de diseño a los problemas corporativos. En cuanto al diseño de productos IDEO ha cambiado de una estrategia de diseño de productos de consumo a una de experiencias de consumo; generando para esto su propio método, que consta de cinco pasos básicos:

- 1) Observación
- 2) Brainstorming
- 3) Prototipado Rápido
- 4) Refinación
- 5) Implementación/Testeo

IDEO establece que al observar la conducta de las personas se puede ganar importantes datos que lleven a un mejor producto y a la innovación. Tal proceso se puede describir como exitoso, los productos diseñados por este grupo hablan por sí mismos de la capacidad innovadora, puesto que grandes firmas intercontinentales recurren a sus servicios tal es el caso de: Nestlé, Vodafone, Hewlett Packard, BBC, Nokia, Oral-B, Polaroid, entre otros más igual de destacados.

El proceso de IDEO se acompaña de dos componentes:

- a) Estrategia de Innovación
- b) Técnica de IDEO Cards

a) La estrategia de innovación para desarrollar un proyecto por parte del estudio IDEO debe respetar los lineamientos que muestra la siguiente imagen, se pretende obtener un resultado innovador que en verdad satisfaga las necesidades del usuario y no sólo se

convierta en un producto no deseado que el mismo usuario rechace al momento o a la postre de adquirirlo.

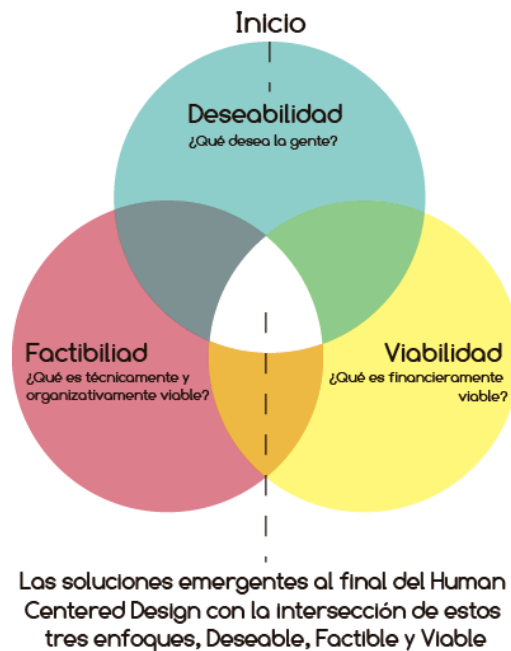


Figura 17.- Esquema de Innovación

Fuente: Diseño de los autores

Este proceso de innovación propone que existen tres elementos que deben ser tomados en cuenta para lograr innovar con la propuesta resultante del estudio de la problemática, los cuales son:

- Deseabilidad
- Factibilidad
- Viabilidad

El primero de estos es el punto de partida de todo el proceso, para lograr comercializar un producto, debe ser deseado por el usuario para que el proceso culmine con la adquisición del producto. En el mercado actual no se permite lanzar a la venta un producto que no tiene un comprador previamente identificado. A pesar de que el producto ofrezca la solución a una necesidad real y su calidad sea óptima, si este producto no es deseado y adquirido por las personas, no genera ganancias y debe ser extraído del mercado, generando pérdidas para el cuerpo empresarial que lo comercializó.

El segundo elemento que corresponde a la factibilidad. Describe que cada una de las soluciones, una vez que se ha detectado que son candidatas a ser aceptadas por el mercado se prosigue a ser evaluadas por requerimientos de fabricación, cerciorándose que existe la tecnología necesaria para materializar la solución propuesta, que los procesos de fabricación sean factibles y que esa tecnología pueda ser adquirida o desarrollada.

El tercer pilar correspondiente a la viabilidad, promueve la propuesta que resulto ser deseable y técnicamente realizable sea viable económicamente, debido a que si un producto llega a tener carencia en este aspecto, el mercado probablemente lo rechazará debido a su elevado precio consecuencia de su costosa fabricación, se debe realizar un estudio de mercado que revele a los principales competidores y cuáles son los precios que predominan en el mercado, lo cual fija un parámetro y permite realizar las estrategias de marketing necesarias.

b) Entre las técnicas que ofrece IDEO para lograr un mejor resultado en la generación de productos y su previa investigación propone una serie de tarjetas llamadas IDEO CARDS son una colección de 51 cartas que representan diversos caminos que le permiten al equipo de diseño entender de mejor manera a las personas para las cuales se está diseñando. Son usadas para tener una opción diferente a los métodos ortodoxos y aplicándolas para mejorar el proceso de diseño. Esta herramienta es utilizada de diferentes maneras, aplicándolas para ordenar, buscar, navegar etc.

Inspirado en juegos de cartas, se clasifican en cuatro bloques

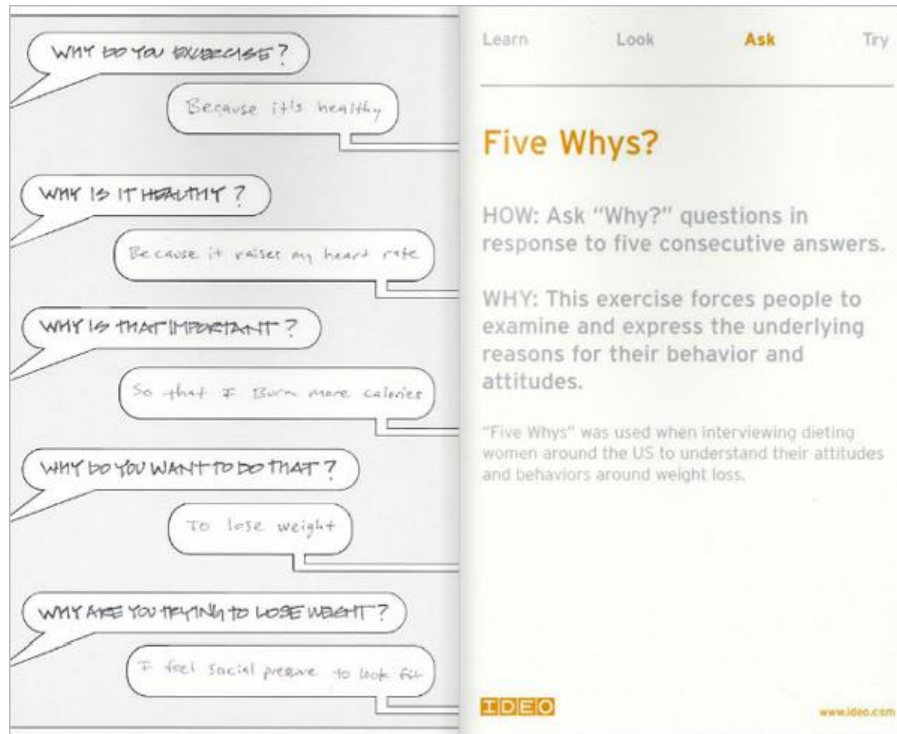
-Preguntar

-Aprender

-Observar

-Probar

Estos bloques definen los tipos de actividades que intervienen en el uso de cada método. Cada bloque describe el método a emplear y lo ilustra con un ejemplo real de cómo se aplicó en un proyecto anterior.



*Imagen 18 -Ejemplo de una de las tarjetas correspondiente al boque de “Preguntar”
(Descripción y Ejemplo)*

En su primer año, este método de cartas parece haber adquirido relevancia inesperada en los grupos que no necesariamente están involucrados en iniciativas de diseño. Algunos de sus clientes reportan haber usado la herramienta para explorar nuevos enfoques para la resolución de problemas, la perspectiva de ganancia, inspirar a un equipo, dar un giro, probar nuevos enfoques, adaptar y desarrollar sus propios métodos.

2.8.1.4 Estrategia del océano azul (Blue ocean strategy)

Esta estrategia se creó para dar forma a una nueva curva de valor en un producto o servicio, estos conceptos se encuentran en el libro “Blue Ocean Strategy” (2005) donde se diferencian dos situaciones competitivas las cuales son las más habituales para la industria y se representan por océanos rojos y océanos azules (Tabla 04).

Tabla 04.- Tabla Explicativa de la estrategia de océano azul

Estrategia de océano rojo	Estrategia de océano azul
Compite en el mercado existente	Crea un mercado sin competencia
Busca retar a la competencia	La competencia se torna irrelevante
Explora le demanda ya existente en el mercado	Busca crear y captar demanda nueva
Toma una decisión entre valor y costo	Rompe con la disyuntiva de valor y costo
Alinea los sistemas de la empresa con la estrategia de diferenciarse y bajar los costos	Alista a la empresa con el propósito de lograr diferenciación y bajo coste

En el caso de un océano rojo se observan los límites que tiene la industria y son aceptados por las empresas, por lo que las estrategias competitivas son conocidas por todos y se intenta superar al rival tratando de obtener de poco en poco cada vez más mercado. Corriendo el riesgo de que cada vez que aparecen nuevos competidores los beneficios y posibilidades de crecimiento disminuyen, haciendo una analogía con un océano lleno de tiburones el cual se torna de color sangriento por el cual se le da su nombre de océano rojo. Los océanos azules están enfocados en crear mercados que no estén siendo explotados, en la búsqueda de la generación tanto de beneficios como de un crecimiento rentable a largo plazo.

Algunos esquemas de océano azul surgen directamente de los océanos rojos debido a que se expanden los límites de este para un cambio en el mercado y otros nacen completamente ajenos a la industria existente, en ambos casos no hay competencia y las estrategias competitivas no están fijadas. De acuerdo con las ideas expuestas por esta estrategia una empresa debe concentrarse en la resolución de las necesidades de sus no-clientes para poder potenciar los elementos comunes a los que ellos dan un valor.

Para utilizar esta estrategia se creó un esquema en el cual se indican las 4 acciones principales a desarrollar para lograr constituir un océano azul en el cual se desenvuelva un producto o servicio con un modelo de negocios basado en esta herramienta. El esquema consiste en lo siguiente:

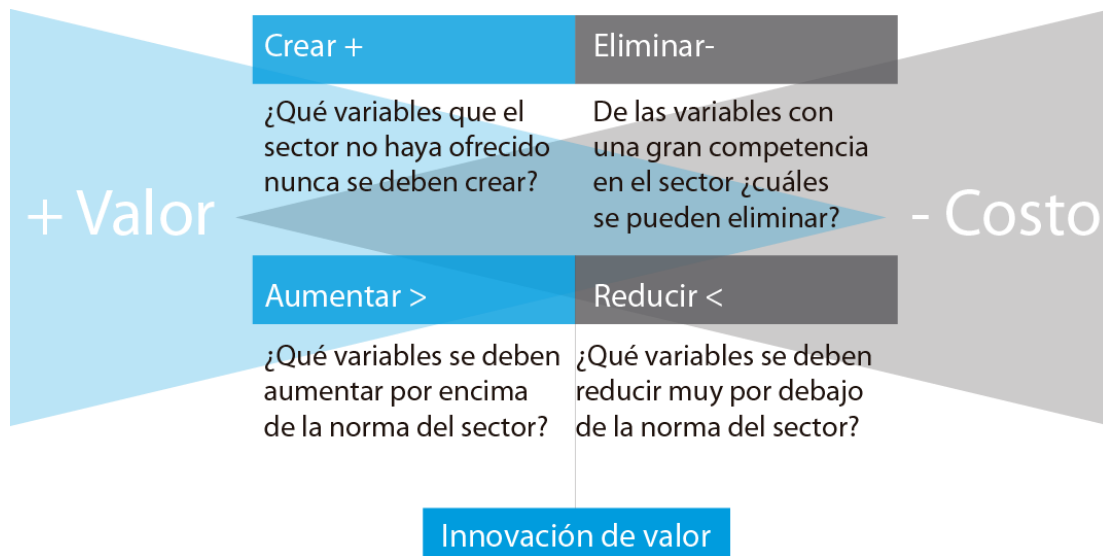


Imagen 19.- Herramienta de diferenciador de mercado

2.9. Justificación

La importancia que tiene la gestión de residuos para el bienestar de una sociedad ya sea en el ámbito ecológico, de salud o económico, es un tema de vital importancia para el desarrollo de una región.

Debido a que el incremento en la generación de residuos está ligado directamente al crecimiento poblacional, el Estado de Querétaro ha comenzado a manifestar repercusiones en sus sistemas de gestión como son los rellenos sanitarios y tiraderos, los cuales están rebasando el límite de residuos que pueden manejar, por lo que se requiere la valoración de alternativas viables para solucionar dicha problemática.

Siendo la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ) un elemento inmerso en la problemática de la gestión de residuos dentro del Estado, es pertinente proponer un modelo de gestión que permita disminuir las cantidades de residuos destinados a los rellenos sanitario y tiraderos de la ciudad, ya que estos contribuyen a una gestión deficiente con repercusiones al medio ambiente y la sociedad.

Siendo los residuos orgánicos los que representan el mayor porcentaje de desechos en nuestro país, además de ser un sector menormente atendido por iniciativas que promuevan extender su ciclo de vida. Por tales motivos este tipo de residuos requieren

ser atendidos inmediatamente con el fin de disminuir su destinación a estos lugares y prolongar su ciclo de vida.

Aunado a que la Universidad cuenta con un considerable número de proveedores de alimentos como cafeterías y vendedores minoritarios, es evidente que existe un área de oportunidad prometedora de aprovechar los desechos generados por la cafetería de la Facultad de Ingeniería, siendo estos un campo de prueba para la implementación de dicho modelo.

III. Hipótesis y objetivos

3.1 Hipótesis:

Mediante la implementación de un producto que gestione los residuos sólidos orgánicos es posible reducir el volumen de los residuos sólidos generados en la cafetería de la Facultad de Ingeniería de la UAQ.

3.1.1Objetivos:

General:

-Diseñar un modelo de gestión de desechos que disminuya la cantidad de desechos sólidos orgánicos generados en la cafetería de la Facultad de Ingeniería.

Específicos:

-Emplear la Biomimética como herramienta para la óptima gestión de los residuos sólidos orgánicos.

-Identificar y analizar los elementos involucrados en el modelo de gestión actual.

-Diseñar un prototipo que condiciones los residuos orgánicos para prolongar su ciclo de vida mediante el aprovechamiento de sus propiedades.

-Proponer un producto en base a las correcciones detectadas al implementar el prototipo, logrando satisfacer las exigencias específicas de la cafetería.

IV Metodología

4.1 Acercamiento con el Usuario

El desarrollo de la metodología tendrá un enfoque basado en el Diseño Centrado en el Usuario (HCD abreviatura en inglés), ya que como se expresó en capítulos anteriores, en la actualidad el éxito de los productos y servicios está suportado por la inversión realizada en la etapa de investigación. De esto depende la aceptación y el éxito de los productos en el mercado.

Al ser esta una investigación con el fin de generar como resultado algún bien físico o servicio, la aplicación de la herramienta HCD es realmente provechosa y compagina con el enfoque del proyecto. A continuación se muestra su aplicación por medio de técnicas y herramientas utilizadas por el reconocido despacho de diseño IDEO.

4.1.2 Herramienta para obtención de información primaria

Como primer paso en la metodología, se pretende encontrar información no evidente sobre la problemática de los R.S.U., la cual nos permita tener una mejor percepción de todos aquellos factores que intervienen en su ciclo de vida e identificar las posibles líneas de acción durante el desarrollo del proyecto.

Durante este primer paso será utilizada la herramienta de las IDEO Cards con el fin de lograr entender el comportamiento natural de las personas ante la acción de desechar su residuo. Además de identificar cada elemento que interviene en dicho proceso ya sea individual o colectivo.

Las IDEO Cards al ser una serie de tarjetas que ayudan a promover el acercamiento con el usuario mediante distintas formas (como lo estimula el HCD). Se hizo un análisis de cada una de estas tarjetas y se decidió implementar aquellas que eran convenientes con el fin de la investigación. A continuación se muestra las tarjetas utilizadas haciendo referencia al grupo que pertenece (Observar, Preguntar, Aprender, Intentar), descripción y forma en la que fue implementada.

4.1.2.1. Contextualizar

Aplicación de Ideo Card correspondiente al grupo: Aprender- Información Secundaria

Esta herramienta orienta al investigador a recabar información secundaria que permita entender aún mejor la problemática y el contexto general.

Por medio de la aplicación de esta tarjeta, se investigará las características de los rellenos sanitarios y cuáles son las desventajas de utilizar esta tecnología.

Condiciones de Relleno Sanitario

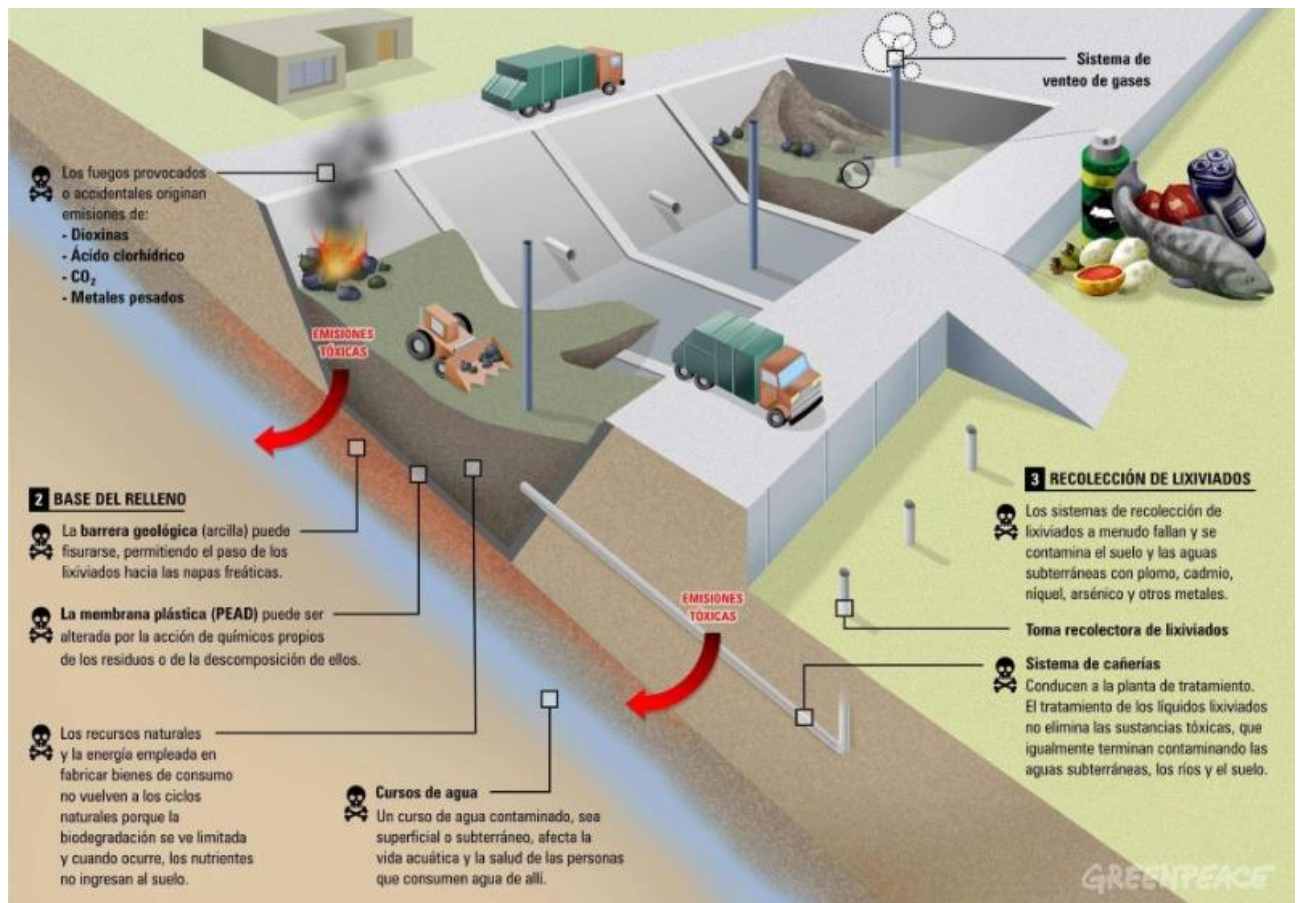


Imagen 20.- Relleno Sanitario y sus efectos sobre el medio ambiente

El aspecto más importante que agrava el problema en un relleno sanitario es la quema o incineración descontrolada de la basura; las áreas donde se depositan la basura constituyen un problema sanitario que contamina el ambiente ya sea por una combustión directa o indirecta; cuando se queman los residuos sólidos se desprenden sustancias indeseables en forma de gases o partículas produciendo mucha contaminación.

La quema a cielo abierto de basura municipal ocasiona la emisión de distintos contaminantes. Basados en el cálculo de cargas de contaminación del aire proveniente de

la disposición de desechos sólidos, según el Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud de la Organización Panamericana de la Salud, las cantidades calculadas de los principales contaminantes por la quema a cielo abierto de basura municipal son:

Por cada tonelada de desechos sólidos quemados (t):

- Partículas: 8 Kg/t
- SO₂: 0.5 Kg/t
- Óxidos de Nitrógeno (NO_x) : 3 Kg/t
- Hidrocarburos : 15 Kg/t
- CO : 42 Kg/t

En algunas ocasiones se producen pequeños incendios de manera natural, producto de los gases originados por la descomposición de la basura.

Gran parte de los residuos sólidos no son degradables, por lo que, al acumularse provocan pérdidas en la calidad y productividad de los suelos y el agua, además de generar problemas de salud a las personas, animales y plantas de la zona. Cuando se presentan lluvias sobre la zona, el agua, los residuos líquidos y las napas subterráneas que entran en contacto con el relleno, tienen un importante rol en la generación de líquidos lixiviados que arrastran las sustancias tóxicas allí presentes. Los líquidos lixiviados presentan altos niveles de metales pesados como plomo, cadmio, arsénico y níquel. La exposición a estos metales puede provocar enfermedades de la sangre y los huesos, así como daños en el hígado, reducción de las capacidades mentales y daños neurológicos (NIEHS, 2002). Estos líquidos cuando hacen contacto con mantos acuíferos pueden representar un daño directo sobre la población que extraiga agua de esa zona.



Imagen 21.- Capas de un Relleno Sanitario

4.1.2.2 Observar

Aplicación de Ideo Card correspondiente al grupo: Observar - Reconocimientos Fotográficos

Esta tarjeta indica al empleador que para llevar a cabo una efectiva investigación es necesario documentar con fotografías todo aquello que aparente ser relevante, a fin de tener documentación que soporte la investigación y permita detectar rasgos que no se logren a percibir de primera instancia.

Relleno Sanitario Municipal de Querétaro

Se inició la aplicación de esta herramienta en el Relleno Sanitario Municipal de Querétaro el cual está bajo la gestión de la empresa Proactiva MMA S.A. de C.V. Esta empresa está a cargo de cada una de las acciones posteriores a la recolección y del mantenimiento de la instalación. Se eligió este relleno ya que es el más cercano a la ciudad de Querétaro y es el paradero de los desechos que se generan en la UAQ. Por lo que nos permitirá referenciar cual es la condición de los rellenos sanitarios de la zona y como es que estos laboran. A continuación se muestra un esquema del funcionamiento general de un relleno sanitario con el fin de brindar una referencia de cómo deben operar.



Imagen 22 – Funcionamiento de un Relleno Sanitario



Imagen 23. -Cartel informativo del Relleno Sanitario, mencionando tipos de residuos no admitidos.



Imagen 24.-Camión encargado de transportar la basura al Relleno Sanitario



Imagen 25- Zona de descarga para los camiones y camioneta, la cual carece de una distribución de residuos por origen.



Imagen 26.- División entre oficinas y extensión del relleno sanitario mediante una zanja.



Imagen 27.- Perforadora encargada de realizar los distintos conductos de ventilación, a fin de crear respiraderos para los residuos enterrados.

Observaciones:

Una vez analizada la información podemos constatar que el relleno sanitario municipal opera como un relleno tradicional, donde todas las cantidades de basura recolectadas son agrupadas en montículos para posteriormente ser transportadas a las zonas de excavación donde son sepultadas bajo tierra mediante el uso de máquinas compactadores y maquinaria móvil como los son los buldócer. No cuenta con algún departamento encargado de reciclaje ni separación de residuos por lo que todo es mezclado y sepultado.

Cabe mencionar que los camiones que están encargados de llevar la basura deben de registrar su entrada y salida de la zona, pero la mayoría de ellos presenta deficiencias en su mantenimiento mecánico y por consiguiente expiden gases contaminantes. Además de los camiones adaptados para recolección, se presentan camionetas adaptas para la misma función las cuales presentan las mismas deficiencias y son modelos antiguos.

Era perceptible visualizar algunas especies de aves merodeando la zona en busca de alimento y ligeras plagas de moscas. Aunque nunca se logró un acercamiento que permitiera identificar algún otro tipo de presencia animal no deseada.

Relleno Sanitario de Cadereyta

Pretendiendo tener otra referencia sobre la disposición final en el estado, se realizó una visita al relleno sanitario de Cadereyta, lo cual permitirá observar cuales son las condiciones de este tipo de lugares fuera de las zonas urbanas y que tipo de tecnologías

son empleadas. A continuación se muestran las imágenes más relevantes con respecto a la investigación.

GOBIERNO FEDERAL

SEDESOL

CONSTRUCCIÓN RELLENO SANITARIO EN CADREYTA

		INVERSIÓN	
Municipio:	Cadreyta	Municipal:	\$412,662.46
Localidad(es):	Cadreyta de Montes	Estatad:	\$290,334.46
Periodo de ejecución:	inicio: diciembre fin: diciembre	Federal:	\$580,668.92
Responsable:	Municipio Cadreyta de Montes	Total:	\$1,283,665.84

Este programa es público ajeno a cualquier partido político. Queda prohibido el uso para fines distintos al desarrollo social.

PROGRAMA PARA EL DESARROLLO EN ZONAS PRIORITARIAS

Imagen 28- Descripción y Validación por parte de SEDESOL al relleno sanitario de Cadreyta



Imagen 29.- Maquinaria utilizada para transportar la basura dentro las inmediaciones del lugar



Imagen 30.- Material utilizado como recubrimiento del depósito de residuos en el relleno sanitario (el cual los aísla del subsuelo). Material: Caucho Automotriz



Imagen 31.-Vista general de la Lona de Caucho y una chimenea hecha de barriles apilados, los cuales sirven de como conductos de ventilación.



Imagen 32.- Muestra del tipo de basura depositada, donde se puede apreciar la inexistente separación de residuos orgánicos e inorgánicos



Imagen 33- Vista externa del Relleno Sanitario, donde se observa la acumulación de basura y chimeneas para el flujo de gases.

Al revisar la información recabada fue evidente que las condiciones del relleno sanitario de un municipio como el de Cadereyta eran completamente distintas al del relleno municipal de la ciudad de Querétaro debido a las cantidades de basura que reciben cada

uno. En un relleno sanitario de menor capacidad y de menor demanda se requieren menor cantidad de recursos como lo son medios de transporte, maquinaria y recursos humanos. Este relleno sanitario compartía la característica de no contar con ningún proceso de reciclaje o separación de residuos, todo es depositado conforme llega al lugar y los medios de transporte en su mayoría son vehículos particulares adaptados para la recolección de dichos residuos. Las chimeneas son fabricadas con la unión de barriles de acero los cuales cuentan con orificio que permiten la ventilación en las zonas profundas del relleno y permite la expulsión de gases.

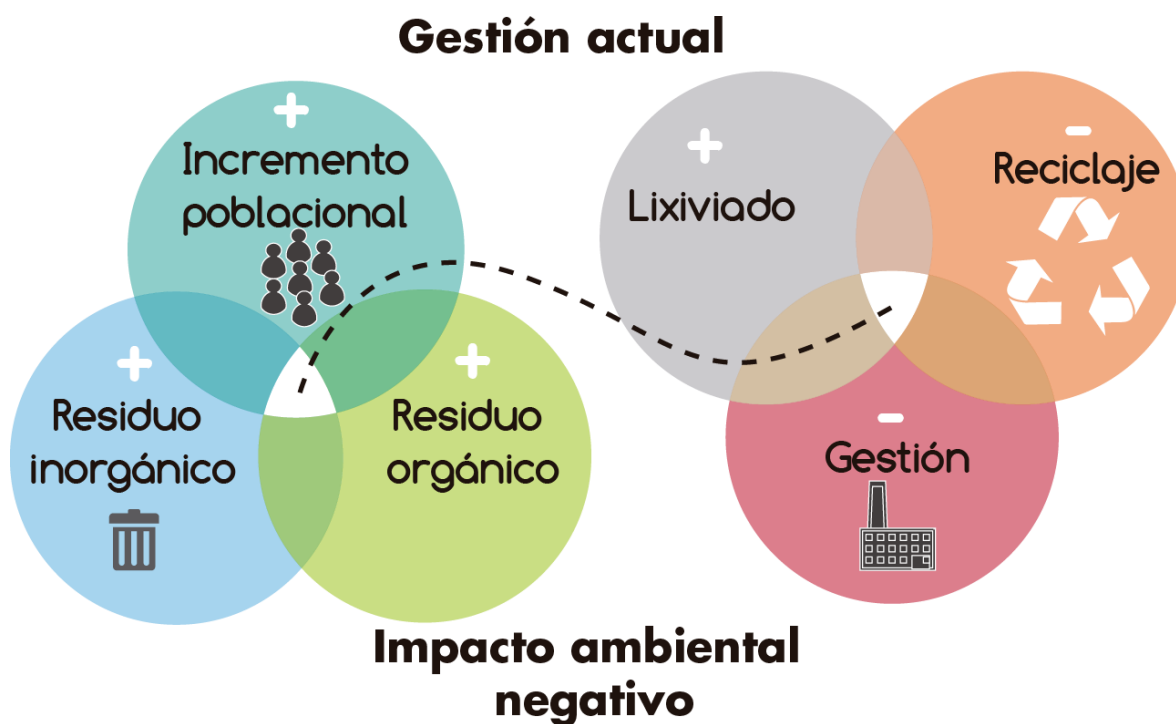


Imagen 34.- Esquema Modelo Actual de Gestión, el cual muestra las consecuencias el incremento de residuos sólidos en relación a la población.

Fuente: Diseño de los autores

4.1.2.3 Indagar

Aplicación de Ideo Card correspondiente al grupo: Preguntar- Cuestionarios y Reconocimiento

Esta herramienta motiva al investigador a realizar una serie de encuestas y/o entrevistas que permitan obtener información de primera mano de los distintos involucrados en la problemática.

Durante la estancia en el relleno sanitario de Cadereyta se realizó una entrevista al responsable del relleno sanitario, el Ing. Elías Reséndiz Martínez con el fin de obtener información útil a la investigación. A continuación se muestra la entrevista realizada y sus resultados.

¿Qué tipo de sistema se maneja en este relleno sanitario?

R= Relleno sanitario con depósitos de basura a cielo abierto, en el cual se compacta la basura y se tapa.

¿Cuántas toneladas de basura contiene el relleno sanitario?

R= Entre 30 y 35 toneladas diarias

¿Qué tipos de basura llegan al relleno sanitario? ¿Cuál es el tipo más común?

R= Solo están autorizados para manejar desechos sólidos urbanos.

¿Cree que el relleno sanitario perjudique o beneficie a la sociedad y porque?

R= Depende del punto de vista y el manejo de los desechos.

¿De dónde proviene la basura acumulada en este relleno sanitario?

R= Únicamente del municipio de Cadereyta

¿Cada cuando reciben basura?

R= Diariamente

¿Esta consiente de cuáles son los gases tóxicos emitidos debido a la basura?

R= Sí, principalmente el gas metano y dióxido de carbono

¿Sabe que algunos de estos gases son de efecto invernadero y que perjudican la atmósfera?

R= Si, ya que estos gases tienen propiedades que al estar en contacto con la atmosfera no permiten la salida del calor.

¿Cuenta con algún sistema de manejo para los gases tóxicos en el relleno sanitario?

R= No contamos con el aprovechamiento de estos gases para producir energía ni otro tipo de sistema.

¿Conoce el manejo de residuos para la producción de energía?

R= Si, se utiliza principalmente el gas metano para producir energía eléctrica.

¿Cada cuando les dan mantenimiento a los equipos de recolección de basura?

R= Solo se les da mantenimiento correctivo una vez que necesitan algo o tienen alguna avería

¿Qué proceso se realiza una vez que la basura se acumula en un relleno sanitario?

R= Debido a que es un relleno la basura acumulada se va compactando por máquinas para poder ser tapada con tepetate y volver a iniciar el proceso desde la recolección.

Observaciones:

En los rellenos sanitarios con estas características no se maneja todo tipo de basura sino únicamente los residuos sólidos urbanos, ya que estos, son los que pueden ser únicamente enterrados con el fin de aprovechar las propiedades naturales de la tierra para degradar estos residuos, pero la realidad es que este proceso toma mucho tiempo debido a que se reciben materiales de origen inorgánico y la tierra no es capaz de degradarlos con la prontitud deseada por lo que es necesario buscar nuevos espacios donde depositar las nuevas cantidades de basura. En este relleno no existe ningún tipo de proceso de separación por lo que se generan líquidos lixiviados que al paso del tiempo logran filtrar la capa de caucho automotriz, contaminando el suelo de la zona.

Otro dato relevante es el hecho de que a pesar de que el personal que labora en este lugar tiene conocimiento de los daños que ocasiona la acumulación de estos desechos en un mismo lugar, como es el caso de los gases de efecto invernadero, estas personas lo perciben como un daño colateral. De igual manera, a pesar de saber que es posible emplear tecnologías para el aprovechamiento o generación de energía se ven

imposibilitados de emplearlas debido a que no existe un interés por parte de las autoridades y no cuentan con capital para implementarlas, lo que convierte estas dos características en desaceleradores para el desarrollo de nuevas tecnologías. Estos dos obstáculos son constantes en los demás rellenos sanitarios de la ciudad.

4.1.2.4 Exploración

Aplicación de Ideo Card correspondiente al grupo: Observar -Inventario

Esta herramienta promueve el análisis de los recursos con los que cuenta el investigador y aquellos relevantes en el sistema en el que se desenvuelve.

Con esta IDEO CARD se busca obtener información de primera mano con respecto al sistema de gestión utilizado en las instalaciones de la UAQ campus Centro. Saber que herramientas y recursos son los que se emplean actualmente para la solución de esta problemática.

Dentro de la Universidad se lleva un modelo de gestión conservador al igual que en la mayoría del estado, el cual consiste en reunir todos los residuos sólidos generados en un mismo contenedor genérico, para ser posteriormente recolectados por un camión que los lleve a un relleno sanitario, esta última acción llega a verse alterada en ocasiones cuando el camión se encuentra imposibilitado de maniobrar dentro de las instalaciones, debido a la gran cantidad de autos que transitan el circuito o que se encuentran estacionados cerca de las zonas destinadas para los contenedores, obligando al cuerpo responsable a utilizar vehículos propios de la universidad para trasladar dichos contenedores hasta algún relleno sanitario lo que representa un gasto innecesario de personal y combustible.

En la actualidad en el Campus Centro de la UAQ cuenta con 14 contenedores con capacidad de 2000 lt cada uno, dichos contenedores se encuentran distribuidos en las distintas facultades en base a la demanda que presentan por particular. Por último se vacían los contenedores una vez al día por cualquiera de los medios descritos anteriormente.



Imagen 35.- Contenedores genéricos ubicados en zona de recolección Campus Centro

La Universidad ha mostrado iniciativas en cuanto a mejorar el sistema de separación de los residuos mediante distintas alternativas, como lo son los contenedores particulares en base al material.



Imagen 36.- Contenedores particulares ubicados en Facultad de Ingeniería



Imagen 37.- Contenedores particulares ubicados en Facultad de Ciencias Políticas

Durante la investigación se pudo observar que dichas medidas para intentar separar la basura mediante contenedores individuales (vidrio, latas, papel y plástico), han manifestado deficiencias en su implementación y en la logística que plantean, ya que no logran causar un efecto en la comunidad universitaria en la cual se lleve a cabo una correcta separación de residuos sólidos. Por lo que las personas continúan depositando de manera irracional los residuos generados, la cual no muestra un avance real en la separación optima de estos. Otro factor influyente en el impedimento de una mejor gestión de los residuos sólidos, es el hecho de que el personal encargado de la recolección de los residuos en estos contenedores individuales, los deposita en segunda instancia en un mismo contenedor, mezclándolos, afectando directamente esta iniciativa y mermando la participación de los miembros de la comunidad universitaria en este tipo de proyectos.



Imagen 38.- Personal de limpieza juntando los distintos tipos de residuos en un mismo contenedor, generando basura.

A pesar que se han colocado los distintos contenedores particulares mostrados anteriormente (Foto: 02) en los pasillo de la facultad, no han reflejado el resultado esperado durante la implementación ya que es evidente que los miembros de la comunidad que residen ahí o circulan por la zona no han hecho uso correcto de cada uno de los contenedores, mezclando los residuos de manera indiferente como se puede constatar a continuación:



Imagen 39.- Elementos no correspondientes en contenedor partículas de papel.

Este mismo fenómeno se presenta en contenedores ubicados en los talleres que generan sobrante y se ha pretendido seccionarlo.

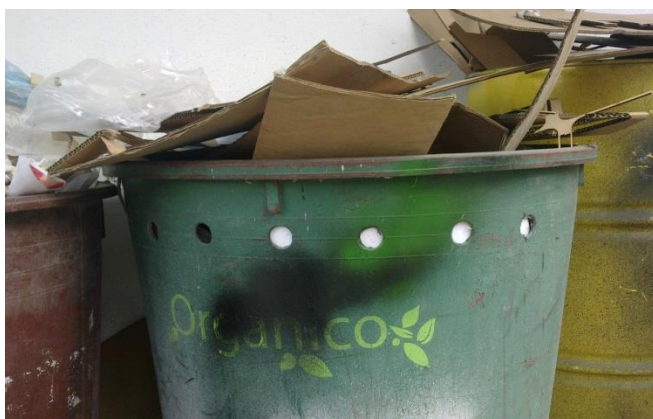


Imagen 40.- Contenedor Orgánico invadido de residuos no correspondientes (CEDIT)

En la Facultad de Ingeniería se cuenta con 2 contenedores genéricos ubicados ambos en un extremo de la facultad, donde llegan diariamente a su límite de capacidad y en ocasiones se requiere colocar bolsas de sobrantes a los alrededores del contenedor, por lo que es pertinente disminuir el volumen generado.



Imagen 41.- Contenedores genéricos en la Facultad ingeniería.

En particular la cafetería de la Facultad de Ingeniería representa un generador potencial de residuos sólidos; particularmente orgánicos, ya que, aproximadamente a la semana genera alrededor de 30 kg. de residuos orgánicos verdes (frutas y verduras) y 50 kg de residuos orgánicos de origen animal mezclados con pastas, legumbres y demás sobrante. Hasta el momento en que fue realizado el muestreo la cafetería no cuenta con algún sistema de separación de residuos. Recientemente la cafetería expandió sus instalaciones e incluyó nuevas líneas de venta de alimentos, logrando atraer a nuevos consumidores, lo que representa un incremento en la cantidad de residuos.



Imagen 42.- Parte posterior de la cafetería, cuenta con dos contenedores de 50 kg aproximadamente.

4.1.2.5 Aplicación de los 5 ¿Por qué?

Aplicación de Ideo Card correspondiente al grupo: Preguntar – 5 ¿Por qué?

Esta herramienta pretende identificar el origen de cualquier problemática, preguntando al usuario el ¿Por qué? del problema, una vez contestada la pregunta se vuelve a cuestionar con la misma pregunta y así sucesivamente hasta la quinta vez. Lo que revela el verdadero origen de la problemática.

La implementación de esta IDEO CARD es para entender conocimiento de los argumentos que tienen las personas para no llevar la práctica de separación de la basura, imposibilitando que esta se pueda aprovechar y/o generar beneficios.

Nombre: Alan

Edad: 21

Ocupación: Estudiante

¿Por qué no separas la basura en tu hogar?

R= es aburrido.

¿Por qué es aburrido?

R=no le encuentro interés.

¿Por qué no es de interés?

R=nunca lo he hecho antes.

¿Por qué nunca lo has hecho?

R=porque es complicado dividir tu basura.

¿Por qué es complicado dividirla?

R= porque no vale la pena si al final la juntan en un mismo contenedor.

Nombre: Marina

Edad: 49

Ocupación: Ama de Casa

¿Por qué no separas la basura en tu hogar?

R=es tedioso.

¿Por qué es tedioso?

R=Primero si la separas pero poco a poco pierdes interés.

¿Por qué lo pierdes?

R= No es un sistema práctico.

¿Por qué no es un sistema práctico?

R= Son muchos tipos de basura lo cual lo vuelve más pesado.

¿Por qué se vuelve más pesado?

R=no hay iniciativa y al final se termina juntando de nuevo en los basureros.

Nombre: Beatriz

Edad: 42

Ocupación: Ama de Casa

¿Por qué no separas la basura en tu hogar?

R= Por la falta de costumbre.

¿Por qué tiene la falta de costumbre?

R= Porque no es un requisito o que lo hayan indicado por parte de las autoridades.

¿Por qué no es un requisito?

R= Porque ellos mismos la revuelven (camiones).

¿Por qué la revuelven?

R= Porque no hay un programa de recolección.

¿Por qué no existe un programa de recolección?

R= Porque al menos en la zona donde vivo no lo implementan y en otras zonas de mayor reputación económica sí.

Nombre: Andrea

Edad: 19

Ocupación: Estudiante

¿Por qué no separas la basura en tu hogar?

R= Porque me da flojera.

¿Por qué te da flojera?

R= Porque estoy ocupado en otras cosas y no tengo tiempo.

¿Por qué no te da tiempo?

R= Porque debo pensar en qué tipo de basura es.

¿Por qué debes pensar que tipo de basura es?

R= Por qué no se bien cual es orgánica y cual no o como se clasifican.

¿Por qué no sabes la clasificación?

R= Porque nadie me lo ha dicho, ni es una costumbre general.

Nombre: Mariana

Edad: 21 años

Sexo: femenino

Escolaridad: Universidad.

¿Por qué separas las basuras?

R=Porque es una forma de cuidar al medio ambiente.

¿Por qué elegiste esa forma de cuidar el medio ambiente?

R=Porque la basura es de los factores que más influye en la contaminación.

¿Por qué crees que la basura es un factor influyente en la contaminación?

R=Porque se genera bastante en todas partes del mundo.

¿Por qué crees que se genera bastante?

R=Porque la gente no es consciente de la cantidad de basura que desecha.

¿Por qué crees que la gente no está consciente?

R=Porque no tienen idea del daño que ocasionan.

Nombre: Gabriela

Edad: 41 años

Sexo: femenino

Escolaridad: licenciada.

¿Por qué no separas la basura?

R=Porque no tengo el hábito.

¿Por qué no tienes el hábito?

R=Porque solo tengo un bote de basura en la cocina donde es el lugar en el cual más se podría separar la basura.

¿Por qué solo tienes un bote de basura?

R=Porque la cocina no está diseñada para tener un bote de basura y son muy estorbosos.

¿Por qué crees que sean estorbosos?

R=Por que ocupan mucho espacio y si tengo dos ocuparían más.

¿Por qué ocupan mucho espacio?

R=Por que las dimensiones son grandes, porque en uno pequeño no cabría nada.

Conclusiones

Entre las observaciones de mayor interés durante la aplicación de la herramienta sobresale el hecho de que la mayoría de los encuestados, ninguno negó el hecho de que en la actualidad no separa la basura, siendo su principal justificación el no tener dicho hábito o costumbre de hacerlo. Aunado a esto a los encuestados les parecía la práctica de la separación una actividad tediosa y aburrida.

Un aspecto negativo, es el hecho que la mayoría de los encuestados, no intentarían retomar o intentar adoptar este hábito, debido a que tienen la impresión de que su esfuerzo es inútil, ya que según ellos los camiones encargados de recolectar la basura y los mismos rellenos sanitarios, terminan por mezclarla sin importar si fueron clasificados

en instancias anteriores por los ciudadanos. En base a estos argumentos, las personas muestran en la actualidad falta de interés por el sistema de gestión, responsabilizando a las autoridades por esto.

Otro punto relevante es que los encuestados no tenían conocimiento de las distintas formas en que pueden ser clasificados los residuos. La única forma de separación que pudieron deducir era la separación de residuos en base a su origen, si eran orgánicos o inorgánicos. Es importante mencionar que las personas asumieron que la acción de separar la basura no era atractiva para ellos debido a tres importantes factores

- Demanda más tiempo que verter todo en un mismo contenedor
- No sabían con precisión como clasificar los desechos
- Es una actividad aburrida y sin retribución.

4.1.2.6 FORMULACIÓN DE INSIGHTS

Una vez recabada y analizada la información, se prosigue a realizar el último paso de esta herramienta para el diseño, la cual consiste en la formulación de “insights” (término utilizado en el ámbito de diseño para describir aquellas áreas de oportunidad) y representan una línea acción para el proyecto, soportadas por las conclusiones del proceso previo de investigación secundaria y primaria. Estos insights permitirán direccionar la investigación hacia una solución de mayor impacto para el usuario y el elemento social. Los insights serán evaluados para determinar su grado de importancia con respecto al objetivo de la investigación.

Insights

-Querétaro es una ciudad en crecimiento lo que involucra un aumento poblacional y con esto el aumento de desechos sólidos.

-En Querétaro y la UAQ se invierte muchos recursos en el mantenimiento de la ciudad y la recolección de la basura.

-Los rellenos de Querétaro no cuentan en su gran mayoría con la capacidad de generar energía de algún tipo, al menos en el día de hoy

-El problema de que no se puedan aprovechar los residuos sólidos nace desde el hecho de que no existe una cultura de separación de la basura.

- Falta de información y de promoción a un sistema de seccionamiento con la basura.

- Las personas requieren de un modelo de gestión de residuos práctico, atractivo y simple si se pretende involucrarlos en el mejoramiento del proceso de separación

-La gente no cree en que en verdad se pueda tener un aprovechamiento de la energía y no confían en los sistemas existentes.

- En México no se aplican mejores métodos de reducción de basura ya que el del relleno sanitario es de los más económicos.

- No existe una inversión evidente en la optimización de procesos.

-La gente no tiene interés en cuidar el medio.

-Los rellenos sanitarios están utilizando tecnología ya anticuada a comparación del contexto global.

-No existen leyes o normas que regulen a las personas a llevar una disciplina ecológica.

-Los residuos sólidos varían completamente de las actividades y ubicación en la que se colocan los botes de basura.

-Los sistemas actuales de recolección resultan ser muy contaminantes.

-Querétaro es una ciudad dependiente de la industria y no se están tomando medidas para soportar el cambio de ciudad pequeña a una ciudad industrializada.

- El traslado de la basura genera muchos gastos para el sector público.

En base al desarrollo de los insights detectados en esta etapa de la metodología y la necesidad de atender los residuos sólidos orgánicos generados por nuestra comunidad se propone generar un modelo de gestión como el mostrado a continuación:



Imagen 43.- Propuesta de modelo de gestión

Fuente: Diseño de los autores

En este modelo de gestión se pretende lograr una disminución en los desechos orgánicos mediante su aprovechamiento, lo que tiene un efecto positivo para el medio ambiente y contribuye a la disminución de fenómenos negativos en rellenos sanitarios, además de facilitar el re-uso o reciclaje de los residuos inorgánicos.

4.2 Aplicación de Biomimética

¿Cómo lo resuelve la naturaleza?, es la pregunta clave para iniciar la aplicación de nuestra metodología de diseño mediante la imitación biológica, buscando la solución de diseño más sustentable para el medio ambiente, ya que como compartimos un fin en común, el cual es generar soluciones de máximo desempeño utilizando los menores recursos posibles.

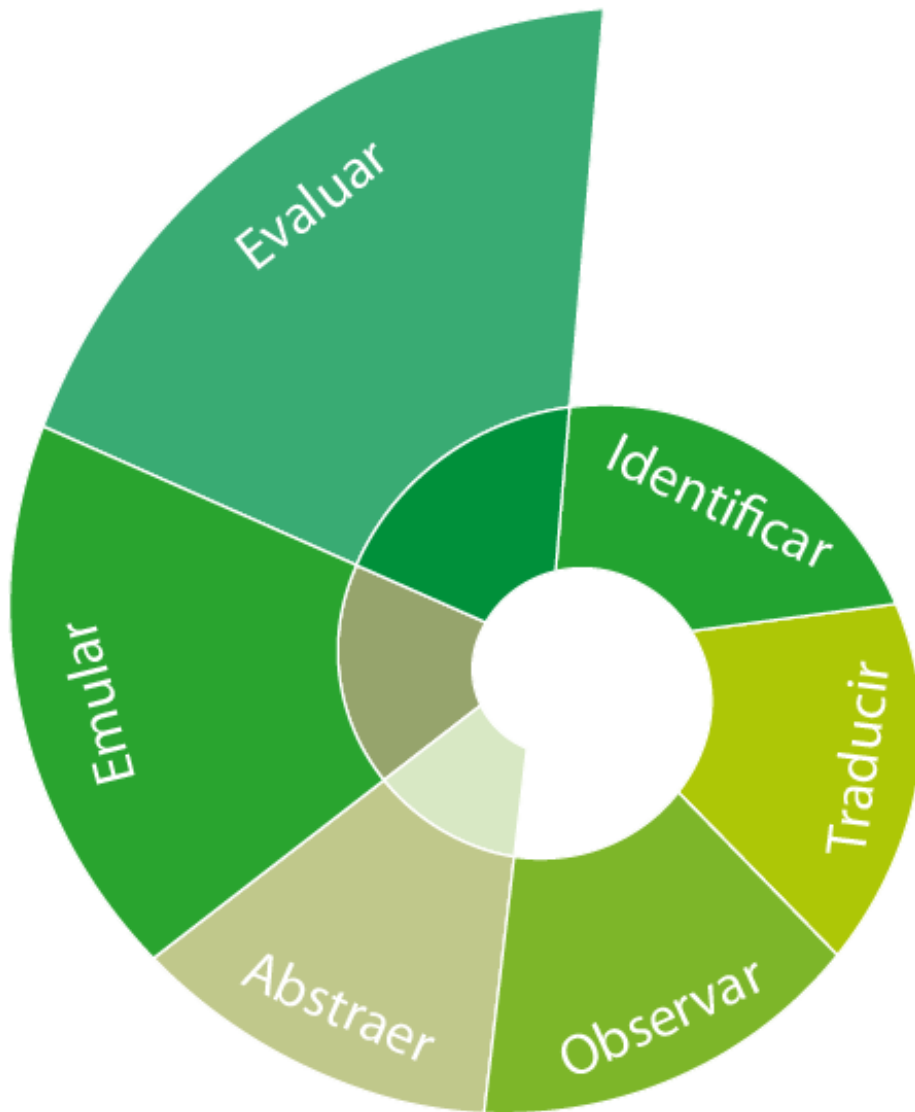
En la naturaleza se investigaron mecanismos, formas y estrategias, aplicadas por un sistema biológico con la capacidad de degradar los residuos orgánicos mediante diversos métodos, de los cuales se obtenga un beneficio luego de su descomposición.

Al emular un sistema biológico adecuado, es posible generar un proceso que permita disminuir el problema de la contaminación por residuos orgánicos, transformando esta condición en una oportunidad de retornar estos residuos a la naturaleza en forma de beneficios.

No solo se busca emular las formas estéticas encontradas en la naturaleza, si no que utilizarlas como soluciones sustentables y eficientes. Al imitar físicamente a la naturaleza, se podrá desarrollar sistemas cíclicos optimizados, que al estar llevando a cabo una investigación de diseño, fortalecen la justificación.

Por medio de la biomimética, se propone generar un cambio al panorama actual de la gestión de residuos sólidos en la ciudad de Querétaro, otorgando la facilidad de transformar el modelo de gestión actual, el cual funciona de manera lineal. Mediante la aplicación de esta herramienta se pretende cambiar el modelo lineal por un sistema cíclico que fomente la sustentabilidad de la gestión de residuos.

4.2.1 Espiral de diseño biomimético



Espiral de diseño biomimético

Imagen 44.- Esquema Espiral de diseño Biomimético

4.2.1.1 Identificar



Descripción:

En esta etapa se plantea cuáles serán los objetivos del proceso de diseño y a quienes será dirigido, en base a la problemática y la información recabada, con la finalidad de encontrar un modelo natural que sirva de inspiración para resolver dicha problemática.

Objetivo: Realizar un diseño basado en un modelo de la naturaleza, que facilite la gestión de residuos orgánicos generados en la cafetería de la F.I. de la UAQ.

Identificar al usuario:

Una vez analizada la información secundaria y primaria recabada, se llegó a la conclusión de que la disminución y separación de residuos orgánicos involucra a cada una de las personas de la comunidad y no únicamente al cuerpo involucrado de la recolección y transporte de basura. A pesar de esto el campo de oportunidades es muy extenso por lo que se decidió escoger a la cafetería de la Facultad de Ingeniería de la U.A.Q. como primer paso estratégico en esta iniciativa de optimización y reducción de residuos. Dicha decisión está basada en que este lugar cuenta con un ambiente controlado, lo que permite realizar muestreos para la experimentación y contabilizar la cantidad de residuos que se generan en este lugar. El resto de la investigación y desarrollo estará enfocado en mejorar la gestión de residuos en este lugar, pero el concepto estará condicionado en ser fácilmente replicable y escalable en otras condiciones y lugares; como lo pueden ser las

viviendas, mercado, restaurantes, escuelas, etc. quienes presentan un generación significativa de estos residuos.

Planteamiento del desafío de diseño:

- Reducir los residuos orgánicos que son destinados a los rellenos sanitarios.
- Reducir los residuos orgánicos desde su generación.
- Sensibilizar a la población a valorizar los residuos orgánicos.
- Simplificar la clasificación de los residuos.
- Prolongar el ciclo de vida de los residuos orgánicos.

4.2.1.2 Traducir (Plantear el reto desde la perspectiva natural)



¿Cómo es que la naturaleza se encarga de sus desechos?

La naturaleza cuenta con una increíble gestión de residuos, donde mediante un proceso cíclico no se desperdicia nada de lo que se genera, por ello la naturaleza genera materia que al descomponerse ayude a nutrir nuevamente el área donde fue desechada, esto es posible debido a que estos residuos se componen únicamente de materia orgánica. Esta materia orgánica degradada, se transforma en un contribuyente al mejoramiento de la calidad del suelo y asegura que este continúe fértil para sus funciones ambientales.

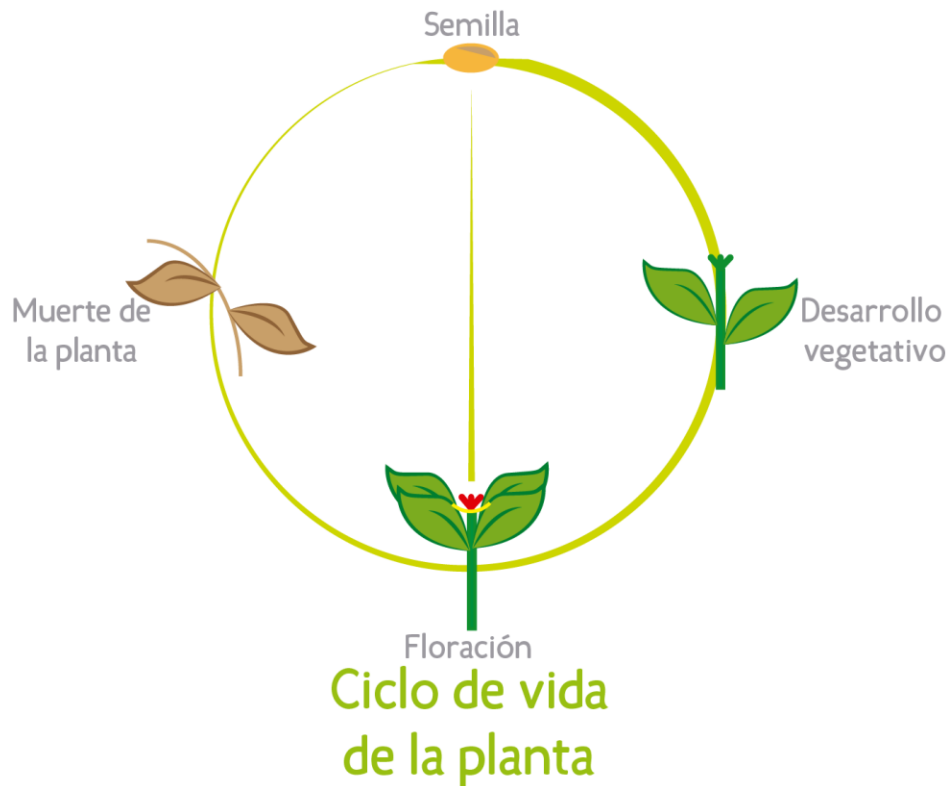


Imagen 45.- Ciclo de vida de la Flora

Fuente: Diseño de los autores

La materia orgánica desechada genera actividad entre elementos pertenecientes a la micro y macro fauna encontrada en el suelo. Estos dos elementos tienen un gran impacto en las propiedades del suelo, lo que va desde modificar su estructura para el mejoramiento de su dinámica, hasta el otorgar los nutrientes necesarios para la germinación de organismos vegetales. Este proceso recibe el nombre de degradación, la cual ocurre de dos formas distintas dependiendo de la ausencia o presencia de oxígeno (aerobia o anaerobia) como se describe en el capítulo 2.

Esta gestión cíclica es esencial para la sustentabilidad del planeta, ya que permite la germinación de plantas las cuales brindan el oxígeno necesario para la vida terrestre, como el sustento agropecuario y otra serie de beneficios en cadena. Si el suelo carece de estos elementos orgánicos, es incapaz de generar vida a su alrededor.

Fauna del suelo

Para asegurar la degradación de los residuos orgánicos que llegan al suelo, existe un gran número de agentes involucrados en dicha transformación, donde la materia se convierte en nutrientes y son absorbidos por el suelo donde habitan.

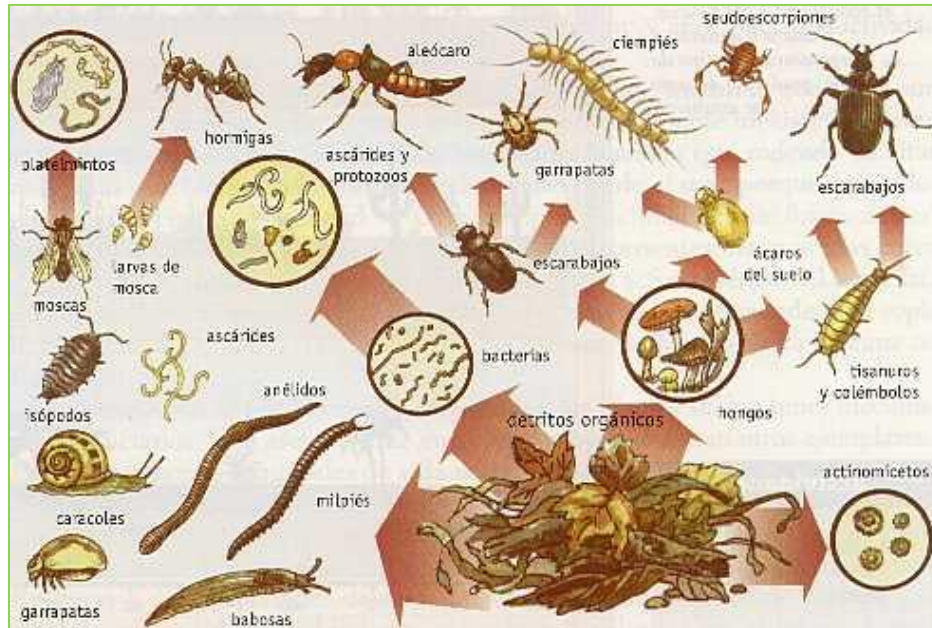


Imagen 46.- Fauna del suelo

Agentes encontrados en la degradación orgánica

Existen diversas fuentes de nutrientes para el suelo, entre las que destacan las provenientes por parte de la lombriz, termitas o cucarrón, estos organismos generan humus a partir de la materia orgánica encontrada en el suelo. El humus es un elemento rico en nutrientes y microorganismos, los cuales enriquecen la estructura del suelo.

La materia prima del humus es la hojarasca, los desechos vegetales y frutas, estos elementos están constantemente siendo digeridos y desplazados por una comunidad de organismos, entre los que destaca la lombriz, debido a que realiza tareas tales como:

- Mantener aireado el suelo por medio de túneles que cavan al alimentarse.

- Es portadora de cientos de microorganismos y bacterias que degradan la materia orgánica
- Su sistema digestivo es capaz de disolver los grandes volúmenes de materia.

4.2.1.3 Observar (modelos naturales)



Descripción: En esta etapa se presta atención a aquel modelo natural que presume ser óptimo para la solución del problema. Este modelo se analiza a detalle con el fin de identificar la mayor cantidad de características que puedan enriquecer el desarrollo de la solución.

Para analizar los modelos naturales encargados de la degradación de residuos, se identificó que uno de los modelos más eficientes, es el ejecutado por las lombrices de tierra, de las cuales se desprende la técnica actual de la Vermicultura. Esta técnica consiste en el enriquecimiento del suelo y degradación de residuos orgánicos por medio de lombrices, por lo que a continuación se presenta un acercamiento sobre la importancia de la lombriz en este proceso.

Generalidades de la lombriz

Las lombrices viven en la capa superior del suelo, son muy valiosas para los agricultores ya que comen residuos de plantas y animales, transformándolos en útiles nutrientes para las plantas. Además permiten una mejor aireación del terreno por medio de los túneles que cavan al ingerir la tierra del suelo. Las lombrices de tierra comen todo tipo de

desperdicios de origen orgánico, por lo que, el suelo con grandes cantidades de lombrices es un terreno muy fértil, óptimo para el cultivo de distintos vegetales o frutos.

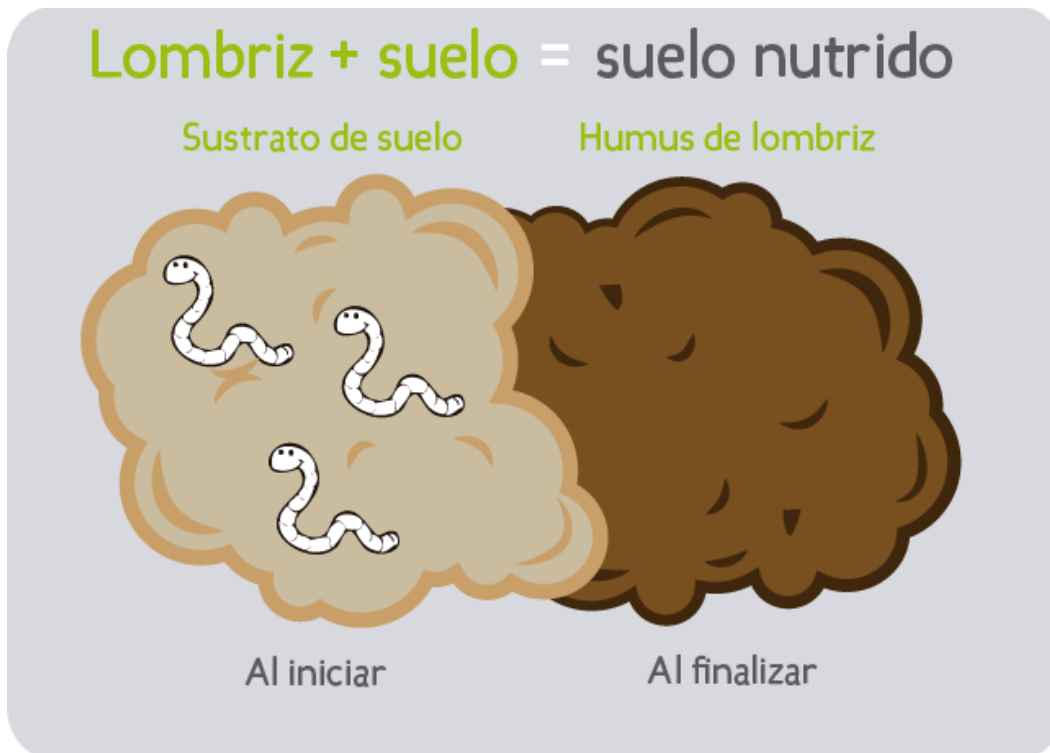


Imagen 47.- Esquema transformación del Suelo

Fuente: Diseño de los autores

En el interior de la lombriz se suscita un fenómeno bioquímico, el las enzimas ubicadas en el sistema digestivo de la lombriz actúan sobre un sustrato de suelo. Dichas enzimas sirven como catalizador sobre las reacciones químicas que involucran al residuo orgánico, Este proceso termina por transformar la materia orgánica en humus vegetal. El humus generado por la lombriz no presenta olores desagradables, es fácil de manipular y se puede agregar directamente a las plantas. A continuación se muestra gráficamente el proceso digestivo de la lombriz.

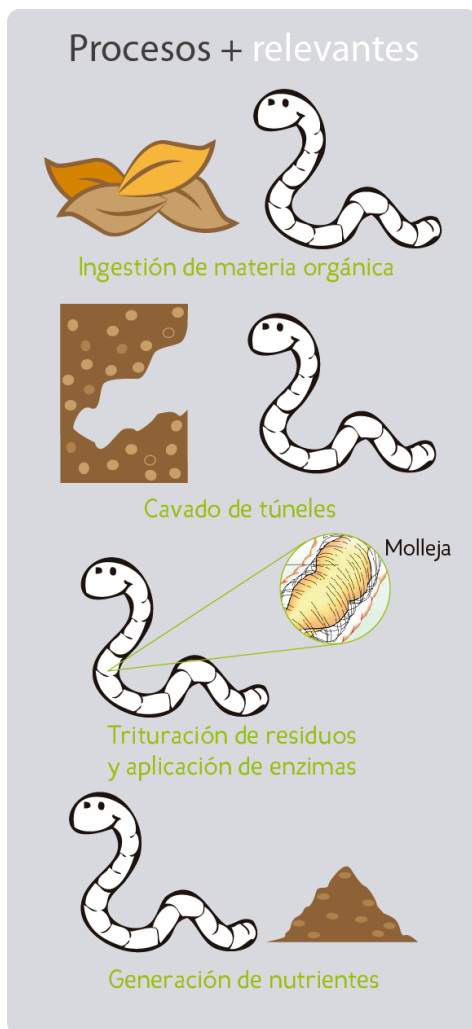


Imagen 48.- Procesos de la lombriz en la transformación y nutrición del suelo

Fuente: Diseño de los autores

La lombriz como inspiración natural

Primeramente se cuestionó ¿Por qué la lombriz es tan importante en el proceso de la degradación? Con el fin de identificar los aspectos en los que influye de forma directa e indirecta en el aceleramiento del proceso de compostaje (degradación).

Identificamos que es un organismo que se alimenta de materia orgánica y es capaz de transformarla en un producto rico en nutrientes para el suelo, por lo que es muy utilizado para fertilizar o enriquecer la tierra.

Estos aspectos destacan ampliamente el proceso digestivo de la lombriz como un optimizador potencial del compostaje. Por tales motivos se eligió este sistema como fuente de inspiración, con el fin de obtener la información necesaria que permita emular este sistema. Cabe mencionar que el emular este organismo, no involucra utilizarlo físicamente como parte de la solución, sino que, involucra sintetizarlo por distintos medios.

El sistema digestivo de la lombriz de tierra incluye una boca, una faringe muscular, que empuja el alimento después de humedecerlo, hacia el esófago luego hacia un buche, donde el alimento es almacenado y una molleja con músculos fuertes, donde el alimento es triturado. Lo mismo que en la lombriz de tierra, las aves poseen un buche y una molleja, donde almacenan y trituran los alimentos.

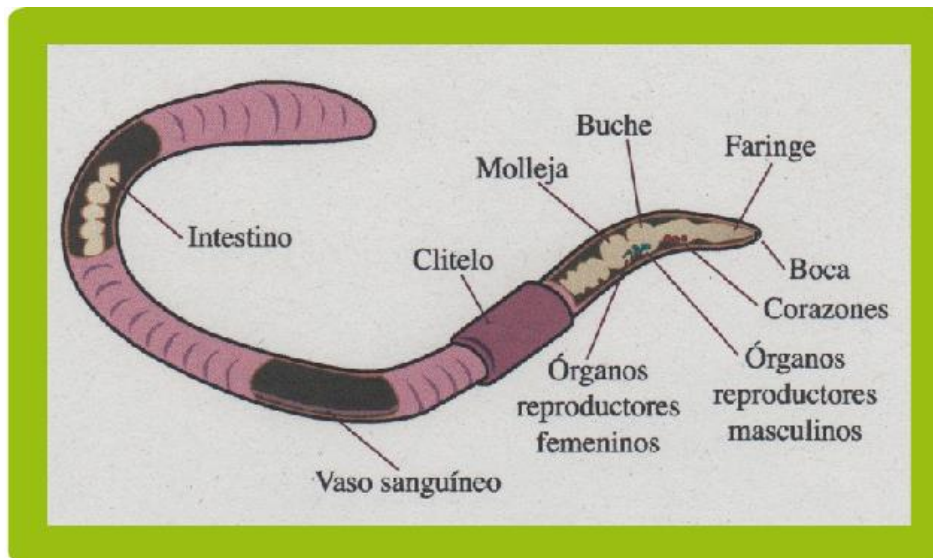


Imagen 49.- Anatomía de la lombriz

La molleja de las lombrices es el órgano que les facilita digerir aquellos elementos con los que se alimentan, por lo que este organismo desarrolló un sistema de trituración eficiente, mediante el cual, la lombriz ingiere pequeñas fracciones de piedras, las cuales dentro de la molleja facilitan la digestión de la materia orgánica antes de pasar al intestino. Una vez que los residuos pasan al intestino, sus jugos intestinales que son ricos en enzimas, hormonas y otras sustancias de fermentación, continúan el proceso de descomposición. La aplicación de enzimas antes de pasar al estómago, facilita de gran manera el proceso de digestión y absorción de nutrientes.

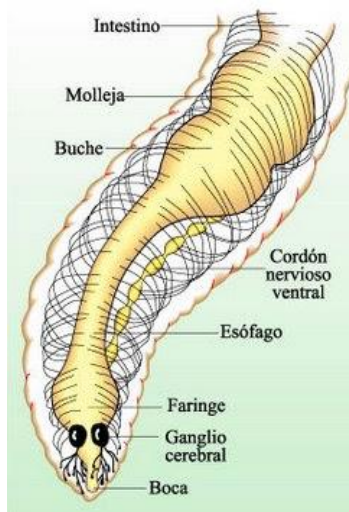


Imagen 50.- Elementos del Sistema digestivo de la lombriz

4.2.1.4 Abstraer (patrones donde la naturaleza ha acertado)

La molleja en el proceso digestivo



Descripción: En esta etapa se seleccionan aquellas características potenciales del modelo, las cuales servirán para emular en la siguiente etapa. Dichas características o elementos deben ser analizados con detenimiento, a fin de comprender su función y condiciones.

Éxito de la molleja en otros procesos digestivos:

La molleja es una especialización situada en el estómago que permite una fina trituración de la comida, cuenta con una pared gruesa, no glandular y con fuerte musculatura, solamente se puede encontrar en ciertos animales vertebrados o invertebrados como algunos reptiles, peces y ave, en este órgano se sitúan los gastrolitos, los cuales son piedras contenidas en las vías digestivas del animal para la trituración o molienda del alimento.

A continuación se muestran otros organismos biológicos que utilizan la molleja en su proceso digestivo:

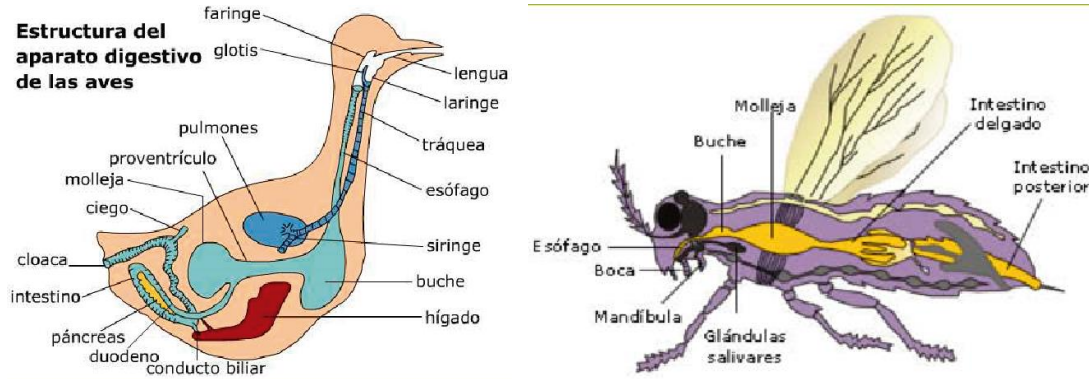


Imagen 51.- Organismos vivos que cuentan con molleja como parte de su sistema digestivo

En general la molleja es el órgano desarrollado para facilitar la digestión de algunos alimentos, como el caso de la lombriz, quien se alimenta de tierra la cual es difícil de digerir. Se desarrolló para degradar materia orgánica por medio de la trituración y la aplicación de enzimas antes de pasar al estómago, lo cual posibilita enormemente el proceso de degradación y de absorción de nutrientes, en el caso de los animales que cuentan con este órgano.

La molleja influye directamente en la aceleración del proceso digestivo de los animales e insectos que cuentan con él, por lo cual, su función junto con la actividad microbiana de degradación fueron estudiadas, con el fin de ser emulada en la generación de ideas y con ello presentar una propuesta que facilite la gestión de residuos orgánicos mediante la aceleración del proceso de degradación.

4.2.1.5 Emular (desarrollo de ideas basadas en los modelos naturales)



Descripción:

En esta etapa se procede a generar alternativas que imiten las características seleccionadas del modelo natural estudiado. Dichas alternativas deberán estar sustentadas bajo un proceso creativo, en el cual, se evalúen las distintas formas de solucionar el problema y las distintas formas de aplicación del modelo natural. En esta etapa se puede abstraer el concepto natural sin limitaciones, ya que esto, permite su adaptación al contexto planteado desde el inicio.

Implementación

La emulación de este organismo es necesaria para la sociedad actual, debido a que muchas personas no están dispuestas a sacrificar sus comodidades a fin de lograr un cambio beneficioso en el medio ambiente. En esta etapa se llevará a cabo la generación de soluciones viables para el contexto social en el que vivimos, con el fin de lograr un diseño basado en el proceso de degradación orgánica ejecutada por la lombriz. En este proceso se tendrá en consideración aquellos factores correspondientes al estudio del usuario, con el fin de encaminar este proceso a una solución deseable para las personas.

Imitar la naturaleza

Para lograr un resultado equiparable al sistema natural es necesario retomar algunas de las acciones implementadas por los modelos naturales encontrados, como es el caso del proceso realizado por la lombriz para la reintegración de residuos orgánicos al ambiente, proceso que realiza por medio de la trituración y la aplicación de enzimas para acelerar el proceso de reintegración

Requerimientos de Función

Se pretende imitar la función del sistema digestivo de la lombriz, tomando en cuenta cada una de las etapas de este proceso. Las funciones a imitar son:

- Trituración
- Aplicación de aceleradores
- Condicionamiento para su reintegración al medio

Estos procesos son requerimientos en la etapa creativa de diseño y se implementaron en las ideas generadas durante su desarrollo, de manera que el producto vuelva más accesible esta práctica para los usuarios.



Durante la etapa de exploración de ideas y bocetaje se exploraron distintos conceptos, mayormente relacionados con la idea de implementar un contenedor especial para los residuos orgánicos. En esta etapa todas las ideas son válidas sin importar, los

cuestionamientos técnicos, viabilidad o cualquier otro. Los bocetos que se exponen a continuación son sólo un extracto del total de bocetos realizados, se seleccionaron para ejemplificar cada una de las etapas descritas.

La primera etapa consistió en realizar bocetos conceptuales que posteriormente marcaron la dirección del resto del desarrollo.



Imagen 52.- Bocetos Conceptuales

Los bocetos comenzaron desde simples vistas frontales y laterales, las cuales en caso de ser llamativas y convincentes, se seleccionan para ser trabajadas a detalle en una segunda etapa.

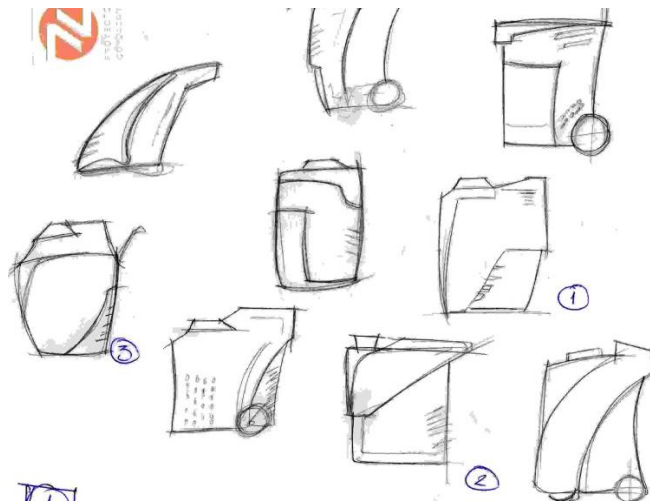


Imagen 53.- Bocetos en dos dimensiones

En la segunda etapa se realizaron bocetos en perspectiva, con el fin de aclarar la composición del objeto y características. Se comienza hacer uso de colores, los cuales ayudan a visualizar de mejor manera el dispositivo.

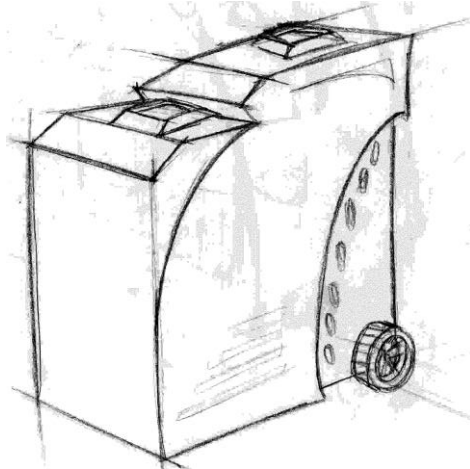


Imagen 54.- Boceto en Perspectiva

En una tercera etapa se realizaron bocetos aún más detallados explicando el funcionamiento y elementos que lo componen, a esta instancia se comienzan hacer anotaciones sobre el funcionamiento real del dispositivo.

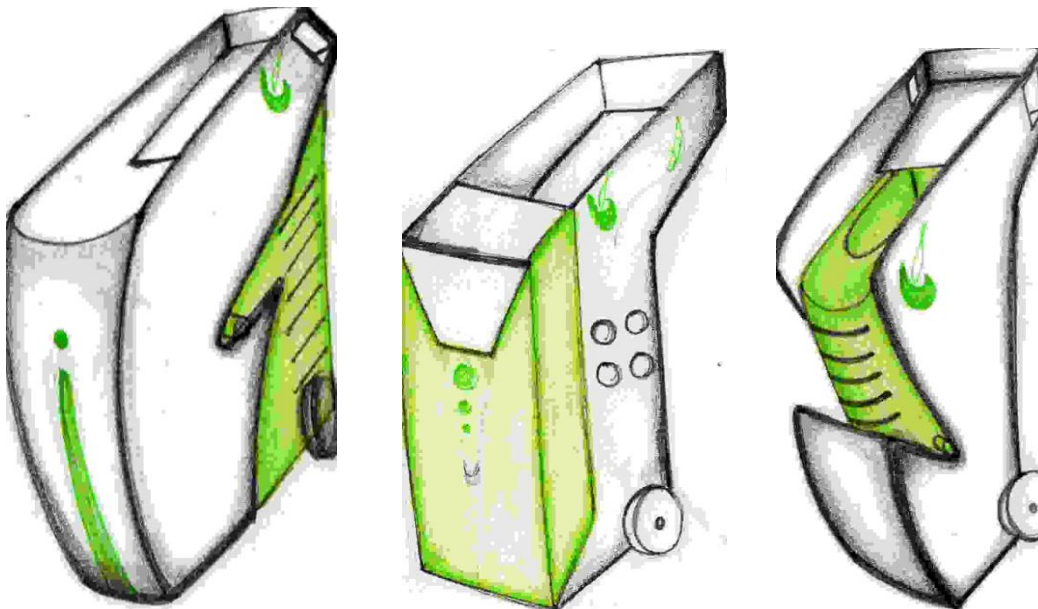


Imagen 55.- Bocetos en perspectivas a color

Una vez analizadas los bocetos con mayores oportunidades, se prosigue a la selección de alternativas, lo que lleva al desarrollo del siguiente paso



Las alternativas seleccionadas a partir de la generación de ideas se modelaron en programas 3D, con el fin de explorar la factibilidad y viabilidad de cada una; esto permite dimensionarlas y dar referencia física de cada una de ellas. La oportunidad de modelar 3D cada alternativa permite tener una visión más clara sobre lo que se pretende hacer y muestra detalles que difícilmente se perciben sobre un boceto común.

El criterio para evaluar cada una de las ideas candidatas se filtró por los siguientes criterios

- Materiales
- Producción
- Impacto
- Requerimientos en el área de implementación

Después de haber filtrado todas las propuestas, a continuación se muestran las alternativas seleccionadas:



Imagen 56.- Alternativas del proceso creativo

Alternativa 1

Comprende de un contenedor de dos piezas y ejecuta un proceso de trituración mediante el uso de un triturador de comida eléctrico. El material con el que se propuso su fabricación es plástico y cuenta con un eje y llantas para su fácil traslado. Esta alternativa propone únicamente condicionar los residuos para su futura degradación en otro lugar.

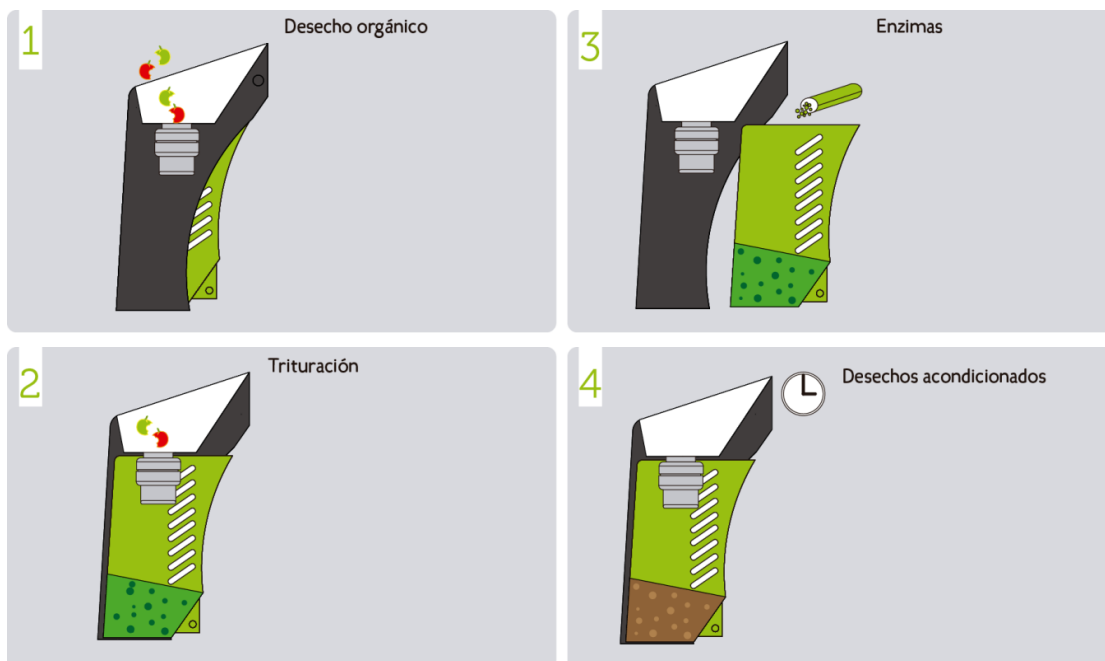


Imagen 57.- Alternativa 1 resultante del proceso creativo

Fuente: Diseño de los autores

Alternativa 2

Esta alternativa es un contenedor fijo, consta de dos piezas, una de ellas se desprende para retirar el desecho orgánico triturado, se pretende utilizar un sistema de trituración mediante aspas, las cuales pretenden disminuir el volumen de la materia entrante. El material propuesto para su fabricación es plástico, cuenta con una serie de mecanismos que permiten el ensamble de las distintas piezas. Se propone que dentro del contenedor se lleve a cabo el proceso de degradación de los residuos, a fin que se introduzca una planta que aproveche los residuos orgánicos procesados.

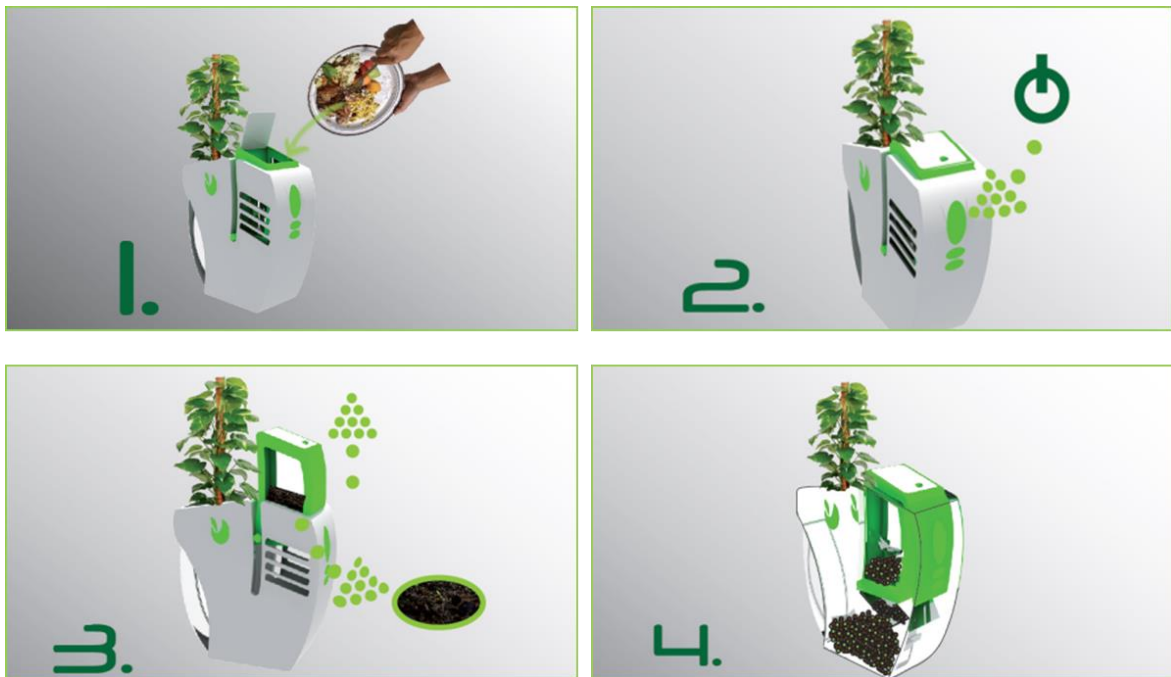


Imagen 58.- Alternativa 2 resultante del proceso creativo

Alternativa 3

La última alternativa presenta un diseño orgánico con formas más caprichosas, su fabricación está propuesta en material plástico. Cuenta con un sistema de trituración mediante aspas, que corten los residuos en pequeñas porciones. Cuenta con un sistema mecánico que permite la rotación de la materia sobrante. Se propone que dentro del contenedor se lleve a cabo el proceso de degradación de los residuos, a fin que se introduzca una planta que aproveche los residuos orgánicos procesados.



Imagen 59.- Alternativa 3 resultante del proceso creativo

En la siguiente etapa, se procede a evaluar cada una de las alternativas para seleccionar la más conveniente y realizar un prototipo funcional. Para esto es preciso realizar métodos de experimentación que ayuden a evaluar el sistema trituración más conveniente y ver cómo una vez que son triturados los residuos orgánicos se reincorporan al suelo. También se evaluará el efecto de las enzimas sobre la materia orgánica e identificar si es posible acelerar el proceso de degradación. Además de la implementación de maquetas que permitan visualizar aspectos importantes en la factibilidad de cada una de las alternativas.



Descripción: En esta etapa es necesario realizar maquetas que permitan resolver algunas interrogantes previas a la etapa de selección de alternativa, con el fin de aclarar aspectos técnicos importantes y lograr una selección de alternativa óptima.

Fue necesario hacer pruebas de trituración con ambos sistemas propuestos, se empleó un motor con aspas comerciales y un triturador de alimentos casero, los resultados de este proceso se describen en el capítulo de resultados.

Como se mencionó anteriormente las alternativas 2 y 3 proponen un sistema de trituración por medio de aspas, sistema utilizado por las licuadoras comunes de casa, por este motivo se realizaron pruebas utilizando este sistema.

Para simular la dinámica de este sistema por aspas, se adaptó una estructura plástica (el cual simula el contenedor) y se adaptó un motor de licuadora con cuchillas. A continuación se muestra la maqueta y los resultados obtenidos:

Materiales: trituradora de papel, motor con aspas, conexión para fuente energética nueva.



Imagen 60.- Perspectivas de estructura plástica adaptada



Imagen 61.- Interior del contenedor, mostrando la adaptación del sistema de aspas

Se fijó un motor a la parte baja del cajón y se utilizó un tubo de PVC, para dirigir la entrada de los residuos a las aspas, cuenta con una conexión eléctrica mediante cableado.



Imagen 62 .- Introducción de los Residuos en maqueta de prueba

Secuencia de uso:

- El contenedor cuenta con un botón de encendido que activa el motor de las aspas
- Posteriormente se introducen los residuos orgánicos por el tubo de PVC
- Finalmente una vez que se introdujeron todos los residuos, se presiona el botón de encendido para detener el motor.
- Se abre el cajón inferior para extraer los residuos.

Evaluación de Factibilidad de la Alternativa 3

Por último se realizó una maqueta con el fin de estudiar la viabilidad y factibilidad de la propuesta 3, ya que, presenta formas y curvas caprichosas para su fabricación.

Materiales: espuma de poliuretano, resina automotriz, película plástica.



Imagen 63.- Alternativa 3 Escala 1:10

Notando que su fabricación fue laboriosa, la generación de esta maqueta no es factible a una escala 1:1, debido a que requiere de procesos y maquinaria especiales para producciones plásticas. Resulta difícil brindar al contenedor esas curvas mediante materiales como madera o metal; además de que tendría muy poco espacio en el espacio destinado a los sobrantes triturados. Brindar la fuerza para realizar el movimiento rotatorio de la manija implica añadir una fuerza mecánica extra, lo que complicaría su funcionamiento.

4.2.1.6 Evaluación



Evaluación de Sistema de Trituración

Como primer paso en la evaluación es necesario estudiar los sistemas de trituración propuestos, debido a que serán criterio de evaluación de cada una de las alternativas.

A continuación se muestra una tabla comparativa entre el sistema triturador por aspas y el triturador casero:

Tabla 05. – Comparativa de sistemas de trituración

Sistema	Costo	Adaptación	Condicionamiento Hídrico	Reducción de Volumen
Motor con aspas	\$300.00	Se debe desarrollar un sistema de fijación	No requiere de líquidos para la circulación de residuos	Reducción del 17%
Triturador Casero	\$6,850.00	Cuenta con herramientas de fijación	Requiere de líquidos para la circulación de residuos y enfriamiento del dispositivo	Reducción del 80%

Evaluación Final de Alternativa

Para la selección de alternativa se empleó una gráfica básica, la cual evalúa del 1 al 5 las características que son prioritarias en el desarrollo del prototipo, SIENDO 1 la menos evaluación y 5 la mayor evaluación, esto permitirá detectar cuál de las tres alternativas es la más calificada. Por cada alternativa se presenta una tabla, al finalizar se comparan y se procede con la selección de acuerdo a la técnica de análisis comparativo (Morales, 2010).

Alternativa 1

Tabla 06.- Evaluación de alternativa 1

Vectores de la Alternativa	Factores de la Alternativa	Evaluación				
		1	2	3	4	5
Función	Ergonomía al depositar los R.O.				X	
	Ergonomía la retirar el Residuo			X		
Tecnología	Mecanismo de Trituración					X
	Materiales			X		
	Procesos				X	
	Costos	X				
Expresión	Integridad al Contexto			X		
	Aceptación Cultural				X	
	Secuencia de Uso					X

Tabla 07.- Evaluación Alternativa 2

Vectores de la Alternativa	Factores de la Alternativa	Evaluación				
		1	2	3	4	5
Función	Ergonomía al depositar los R.O.					0
	Ergonomía la retirar el Residuo		0			
Tecnología	Mecanismo de Trituración		0			
	Materiales		0			
	Procesos			0		
	Costos			0		
	Integridad al Contexto				0	
Expresión	Aceptación Cultural				0	
	Secuencia de Uso			0		

Tabla 08.- Evaluación Alternativa 3

Vectores de la Alternativa	Factores de la Alternativa	Evaluación				
		1	2	3	4	5
Función	Ergonomía al depositar los R.O.			<input type="checkbox"/>		
	Ergonomía la retirar el Residuo		<input type="checkbox"/>			
	Mecanismo de Trituración		<input type="checkbox"/>			
Tecnología	Materiales	<input type="checkbox"/>				
	Procesos		<input type="checkbox"/>			
	Costos			<input type="checkbox"/>		
Expresión	Integridad al Contexto			<input type="checkbox"/>		
	Aceptación Cultural					<input type="checkbox"/>
	Secuencia de Uso			<input type="checkbox"/>		

Tabla 09.- Comparativa de Alternativas

Vectores de la Alternativa	Factores de la Alternativa	Evaluación				
		1	2	3	4	5
Función	Ergonomía al depositar los R.O.			<input type="checkbox"/>	x	0
	Ergonomía la retirar el Residuo		<input type="checkbox"/>	x		
Tecnología	Mecanismo de Trituración		<input type="checkbox"/>			x
	Materiales	<input type="checkbox"/>	0	x		
	Procesos		<input type="checkbox"/>	0	x	
	Costos	x		<input type="checkbox"/>		
Expresión	Integridad al Contexto			<input type="checkbox"/>	0	
	Aceptación Cultural				0	<input type="checkbox"/>
	Secuencia de Uso			<input type="checkbox"/>		x

Después de haber realizado la comparativa entre las distintas alternativas, la Alternativa 1 es la que presenta la puntuación más alta debido a su mecanismo de trituración y secuencia de uso, muestra la mayor regularidad en los distintos factores a excepción del costo, debido a que presenta el mayor costo. Este costo elevado de debe a que la adquisición de un triturador con la potencia necesaria para lograr un acabado fino resulta muy costoso a comparación de un sistema de aspas. Se espera una favorable aceptación del usuario debido a que sigue la línea de los elementos utilizados por los usuarios

encargados de gestionar los residuos de la cafetería. No genera un choque cultural para el usuario por lo que sus probabilidades de integración se ven aumentadas.

4.3 Diferenciador de Mercado

Una vez seleccionada la alternativa final se realizó un estudio de mercado que permitiera identificar productos existentes similares o análogos al propuesto, con el fin de identificar sus características principales y estudiar si es pertinente adaptar algunas de esas características o mejorarlas mediante la herramienta de la Estrategia del Océano Azul (Blue Ocean Strategy). La aplicación de esta herramienta brindará los diferenciadores de mercado y la innovación del producto.

En la investigación de mercado se encontraron algunos productos que realizan una función similar a la de la propuesta final, sin embargo ninguno de ellos utiliza un sistema de trituración; son clasificados como composteos para el jardín, los cuales llevan a cabo un proceso de compostaje tradicional. Esta técnica es mayormente utilizada en zonas de entorno rural y emplea procesos robustos y de grandes volúmenes, pero ha comenzado a filtrarse en un ambiente urbano mediante las nuevas tendencias de compostaje en el hogar. En la actualidad existen distintas propuestas en el mercado de los Estados Unidos que promueven esta actividad en zonas urbana como se muestran en las siguientes imágenes

4.3.1 Análisis de productos existentes

Earth Machine:

Este artículo ofrece a sus compradores la posibilidad de generar composta mediante la retención de desechos orgánicos generados en el jardín, cuenta dos niveles en los cuales se brinda la ventilación necesaria para llevar a cabo el proceso aeróbico de descomposición. Este producto se encuentra a la venta bajo condiciones de pedido.



Imagen 64.- Producto Earth Machine

Earth Maker:

Es un compostero para el uso doméstico el cual trabaja con el desecho orgánico generado en el jardín y los generados por los alimentos, maneja cantidades considerables de residuos, está diseñado para ser implementado en exteriores.

Cuenta con tres niveles en los cuales se desarrolla el proceso de mezcla, digestión y maduración de los residuos orgánicos mediante el proceso aeróbico de compostaje



Imagen 65.- Producto y funcionamiento Earth Maker

Bio Stack

Este compostero presenta condiciones para llevar a cabo el proceso de compostaje únicamente con elementos de jardinería en su mayoría hojas o pequeñas ramas. Cuenta con un diseño modular lo que le permite tener modificaciones en su estructura



Imagen 66.- Producto Bio Stack

Green Cone

Es un compostero de dos niveles el cual realiza el proceso de descomposición directamente en contacto con el nivel de tierra del jardín, está destinado a trabajar con materia orgánica generada en el jardín del sector doméstico.



Imagen 67.- Producto y funcionamiento Green Cone

Dynamic Tumbling

Es un compostero diseñado para el sector doméstico en zonas urbanas de espacio reducido, su proceso de descomposición es aeróbico y cuenta con un mecanismo de

palanca que permite a la tierra ser ventilada. Este producto pretende brindar a las personas generar composta de forma simbólica, pudiendo depositar residuos de alimentos como el de las plantas destinadas al hogar.



Imagen 68.- Producto Dynamic Tumbling

En estas imágenes se puede observar que existe una evidente tendencia a promover el aprovechamiento de los residuos orgánicos mediante un producto que permita llevar a cabo el proceso de compostaje, en su mayoría están destinados a ser ubicados en el exterior de los hogares y con fines de jardinería, lo que puede llegar a condicionarlo. El material predominante en estos productos ya comerciales es el plástico debido a presta propiedades favorables para una fabricación en serie, además de permitir que los desechos se mantengan ajenos a condiciones externas no deseadas como lo son la lluvia, el constante contacto con la luz del sol y plagas de organismos no deseados. La totalidad de estos composteros optan por llevar a cabo el proceso aeróbico de descomposición y cuentan con orificios que permitan tener una ventilación constante en la mezcla, lo cual ayuda a que los microorganismos en cargados de descomponer los alimentos, puedan reproducirse de manera óptima.

4.3.2 Matriz de Diferenciador de Mercado

Una vez estudiados los productos existentes y sus características se procede a realizar un la tabla de diferenciadores como se muestra a continuación.

Tabla 10.- Aplicación de matriz de diferenciador de mercado



V. Resultados:

5.1.- Aplicación de la Biomimética

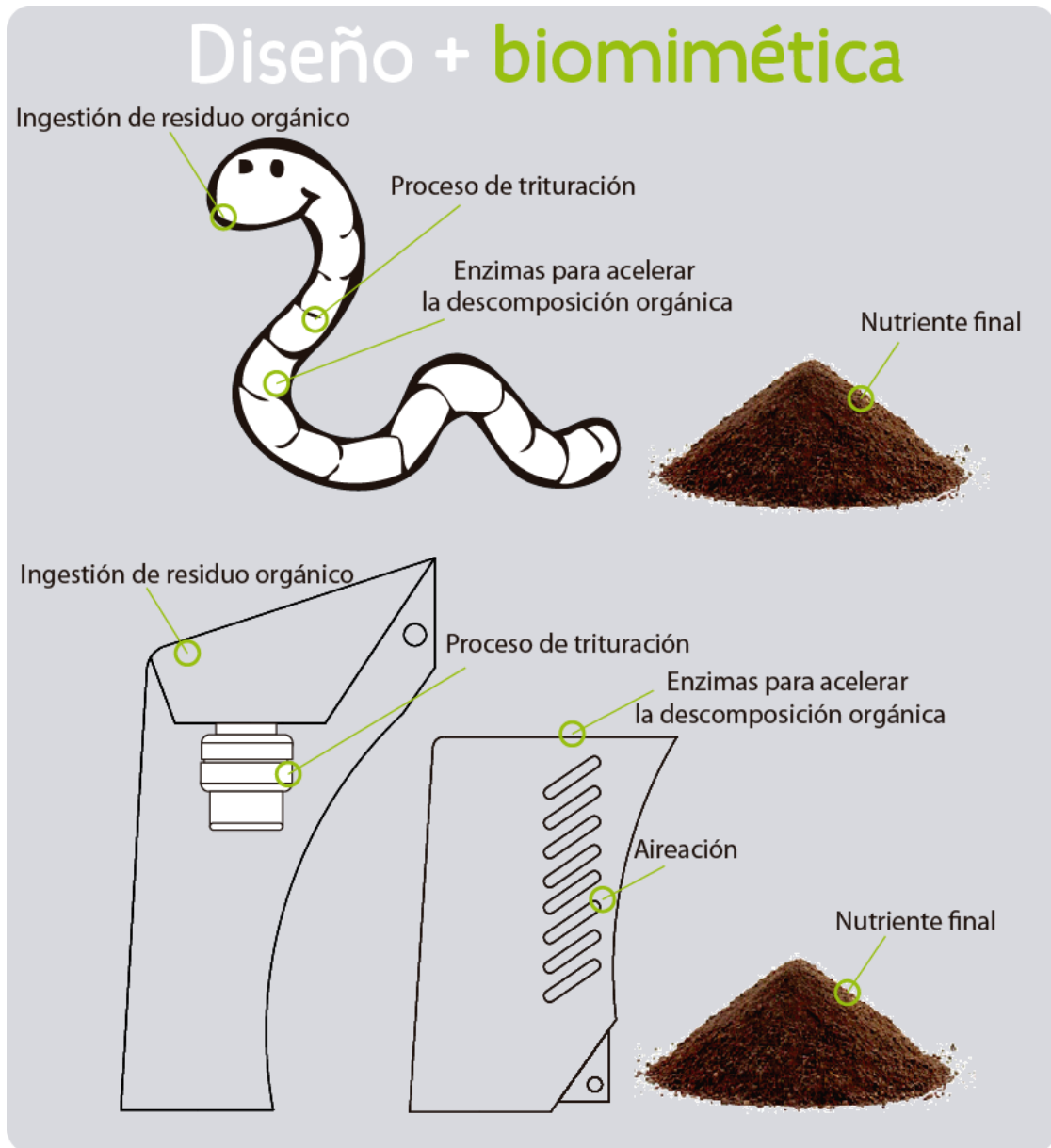


Imagen 69.- Esquema de aplicación de Biomimética del sistema digestivo de la lombriz

Fuente: Diseño de los autores

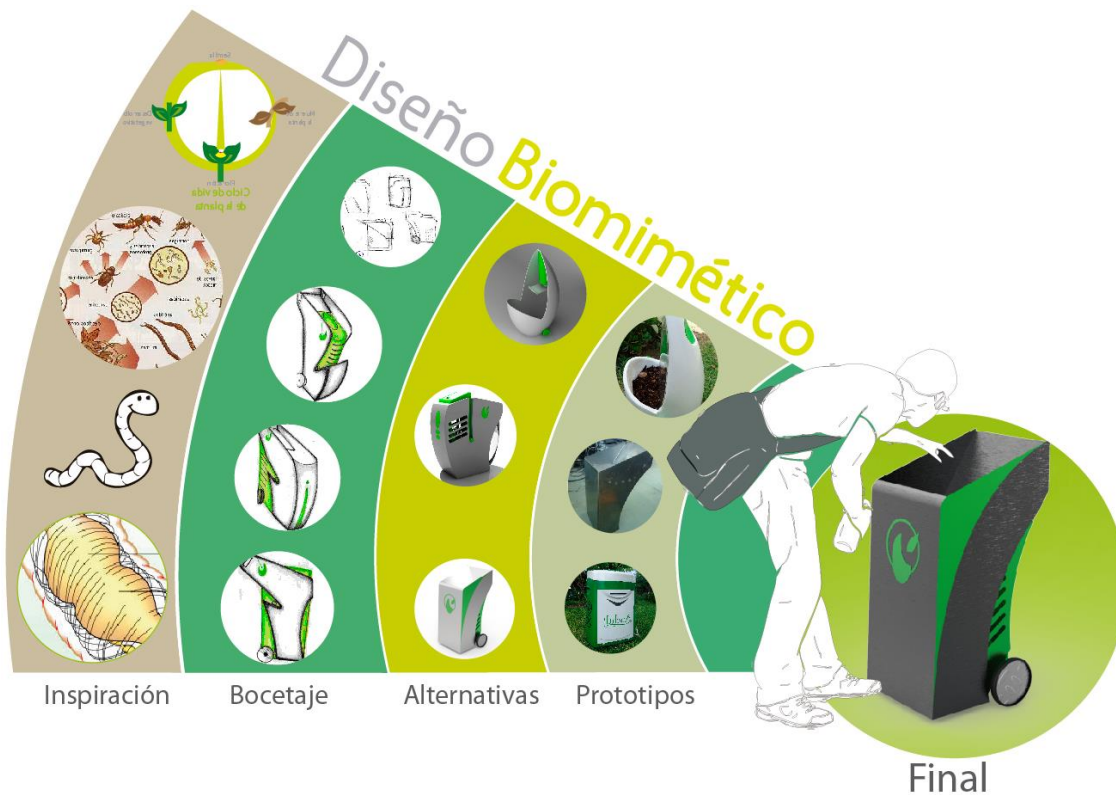


Imagen 70.- Esquema de proceso creativo hasta la solución

Como evidencia de esta emulación están los obtenidos por la maqueta que simulaba el sistema de trituración por aspas, el cual permitió evidenciar los alcances de este sistema.

En las siguientes imágenes se puede observar como los fragmentos sobrantes del proceso de trituración, son elementos que conservan magnitudes similares a las poseídas antes de ingresar al contenedor.



Imagen 71.-Resultado del sistema de trituración por aspas

Una vez obtenidos los sobrantes se colocaron en contenedores, donde se les aplicó las enzimas, estas enzimas que son del mismo tipo que las lombrices emplean, se encuentran en el almidón industrial y en la levadura. A continuación se muestra la forma en que fueron empleadas cada uno de los elementos de la muestra.

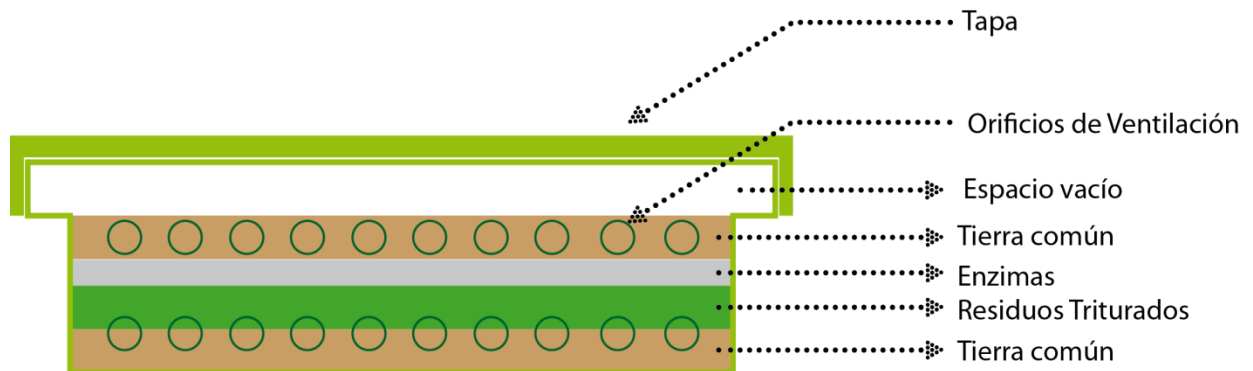


Imagen 72.- Distribución de Recipiente de Prueba

Después de 3 semanas estos fueron los resultados obtenidos:



Imagen 73.- Acercamiento de muestra a las 3 semanas



Imagen 74.- A la izquierda muestra de tierra sin residuos, derecha muestra con los residuos después de 4 semanas..



Figura 75.- A la izquierda residuos de un chile a 1 semana de estar en el contenedor, a la derecha después de 2 semana



Imagen 76.- Restos de cebolla, extraído de la muestra y echando raíces



Imagen 77.- Muestra después de 4 semanas

Los resultados del sistema de trituración mediante un triturador de alimentos (el cual se muestran sus especificaciones técnicas en los anexos de este documento) que fue propuesto para la Alternativa Final se muestran a continuación:

Se realizaron distintas pruebas con el triturador, a fin de observar la calidad de los residuos una vez triturados, después de este proceso fueron colocados en recipientes de igual manera que los anteriores y se les aplicó las enzimas. Las muestras fueron divididas en 2 grupos: 1) Aplicación de Almidón y 2) Aplicación de Levadura. A continuación se muestran los resultados obtenidos:



Imagen 78.- Izquierda: Se observa los residuos después de triturar y aplicación de agua para el drenaje del triturador. Derecha: Residuos después de ser colados.



Imagen 79.- Calidad de la materia orgánica después de la trituración y colado

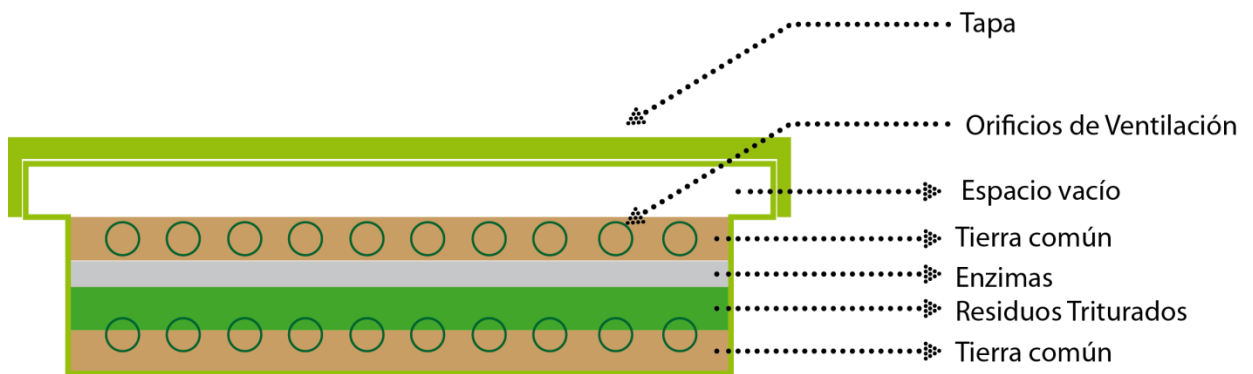


Imagen 80.- Distribución de Recipiente de Prueba



Imagen 81.- Colocación de los residuos en los recipientes de prueba y aplicación de las enzimas



Imagen 82- Aplicación de la segunda capa de tierra



Imagen 83.- Muestra después de 2 semanas, presenta germinación.

En este segundo método de trituración propuesto para la alternativa Final, brindó residuos con una trituración más fina, redujo considerablemente el volumen de la materia introducida en un 80%, para este proceso fue necesario proporcionar una fuente hídrica que sirviera como fuente refrigerante y drenara los residuos. La aplicación de enzimas aceleró el proceso de degradación, ya que, se logró ver los mismos resultados que en el sistema de aspas pero con dos semanas de diferencia, siendo este sistema de trituración más eficiente que el anterior.

5.2.- Desarrollo de Prototipo

Se llevó a cabo un proceso de diseño detallado para el desarrollo del prototipo el cual se detalla a continuación

5.2.1. Proporción y Perspectivas del Diseño

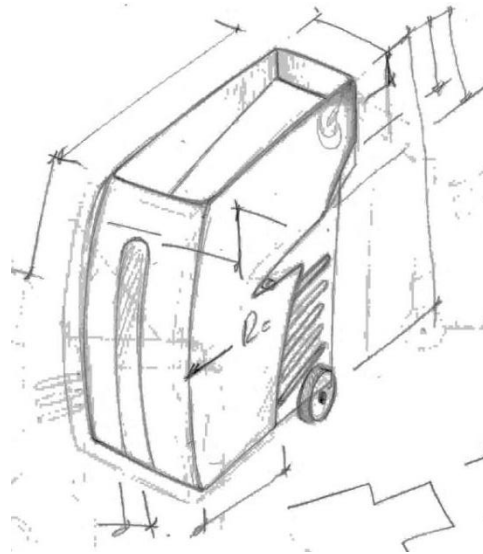


Imagen 84.- Izquierda: Proporción del prototipo a escala real. Derecha: Perspectiva a mano del prototipo.

5.2.2. Dimensionado y Modelado Digital

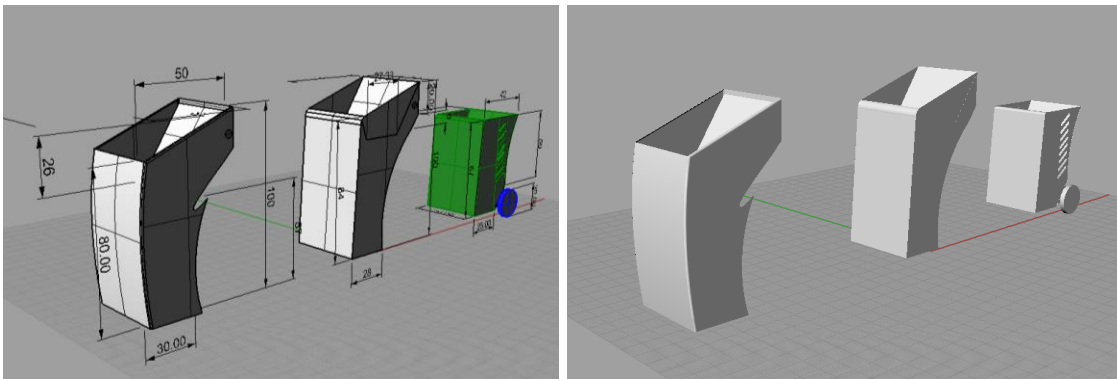


Imagen 85.- Piezas de prototipo dimensionadas y Modeladas en 3D

5.2.3. Elaboración de Renders

La producción de renders consiste en la realización de imágenes que muestran el objeto modelado en 3D con la simulación de materiales y permite tener una previa visualización de los ensambles en escala real.



Imagen 86.- Renders de Modelo Final.

5.2.4. Comparativa de Emulación



Imagen 87.- Comparativa del prototipo con el modelo natural

Fuente: Autoría propia

Una vez modelado el Prototipo se evalúa si continúa cumpliendo con los requerimientos para amular el sistema natural descrito en etapas anteriores, si es que conserva esas características está listo para pasar al proceso de fabricación, en caso de no ser así se debe rediseñar el prototipo hasta que logre emular dichos requerimientos o evaluar si es pertinente el cambio en base al impacto de dicha característica.

A continuación se muestra de forma gráfica el cumplimiento de los requerimientos de función (emulación), los cuales se describen en la metodología en el capítulo de emulación.

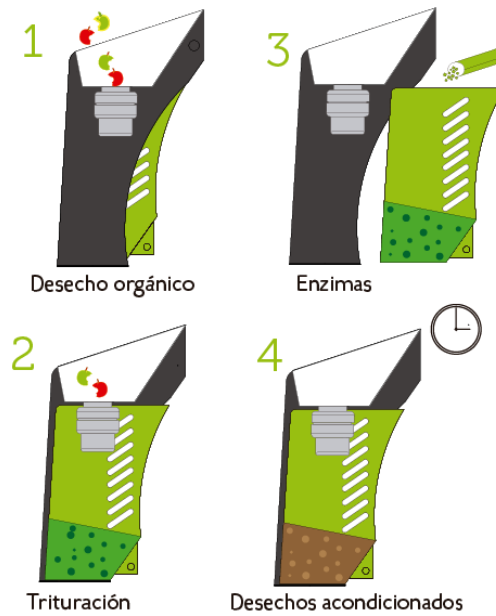


Imagen 88.- Esquema que muestra los requerimientos de emulación aplicados

Fuente: Diseño de los autores

5.2.5. Realización de Planos

En este apartado se muestran las vistas generales acotadas, el desarrollo de los planos de fabricación se adjuntan en la parte de anexos al final

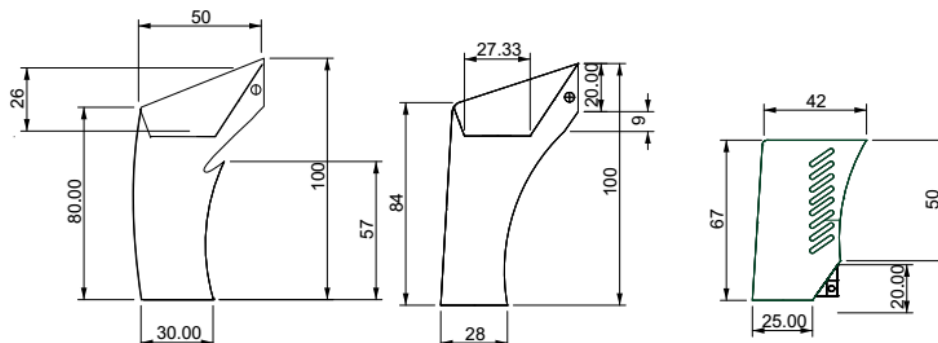


Imagen 89.- Vistas generales de prototipo

5.2.6. Fabricación de Prototipo

A continuación se exhibe una breve descripción del proceso de fabricación del prototipo:

- Desarrollo Estructural: La estructura del prototipo consiste en un cuerpo de lámina de acero doblada y soldada a fin de brindar resistencia a la estructura, se eligió este material debido a que su proceso de manufactura era el más factible y viable, ya que de utilizar un material como plástico requeriría grandes gastos por el uso de la maquinaria y fabricación de moldes. Cabe Mencionar que la lámina utilizada fue sometida a un proceso de industrial para proteger la lámina de la oxidación y aumentar su resistencia al desgaste natural del medio; este proceso se nombra como pavonado.



Imagen 90.- Estructura resultante del proceso de soldadura.

- Inclusión de Sistema de Trituración: Se hicieron las adaptaciones necesarias para incluir el triturador de alimentos a la estructura.



Imagen 91.- Inclusión de triturador en la estructura

- Proceso de Acabados: En esta etapa se incluyeron la aplicación de pintura y vinil, los cuales aportan a la estructura sus atributo visuales y lo contextualizan con su entorno, además de añadir diferenciación de los demás contenedores y evidencian su función. Se utilizan como soporte estético del prototipo.



Imagen 92.- Aplicación de Vinil a la estructura



Imagen93.- Aplicación de Pintura al prototipo

A continuación se muestra el prototipo final con la aplicación de sus acabados y todas las piezas ensambladas, en condiciones para ser ubicado en la cafetería y ser sometido a prueba.



Imagen 94.- Perspectivas de Prototipo Final

5.3.-Implementación de Prototipo en la Cafetería

El prototipo fue ubicado en la parte trasera de la cafetería de la Facultad de Ingeniería de la UAQ, donde se encuentra ubicada la cocina que abastece de alimento el lugar. Se decidió colocar el contenedor en la parte exterior del edificio para no interferir con las operaciones que se llevan a cabo en el interior. A continuación se muestran imágenes de la cafetería antes y después de la implementación



Imagen 95.- Cafetería y zona de Implementación



Imagen 96.-Implementación de prototipo en el exterior de la cocina de la cafetría

Para la implementación del prototipo fue necesario hacer adaptaciones de la corriente eléctrica del lugar con la conexión del triturador, además de incluir una fuente hídrica al contenedor, debido a que el triturador al operar sin esta fuente mostro un

sobrecalentamiento que suspendía su funcionamiento temporalmente. Se muestran a continuación esta adaptación.



Imagen 97.- Adaptación hídrica al lugar

5.4.- Aprovechamiento de los residuos orgánicos mediante el prototipo

En este apartado se muestra el proceso de acción del prototipo durante su periodo de prueba, además de la calidad de los residuos obtenidos y su reintegración al proceso de degradación y prolongación de su ciclo de vida.



Imagen 98.- Tipo de residuos introducidos



Imagen 99.- Izquierda: Encendido del proceso de trituración Derecha: Introducción de los residuos en el contendor



Imagen 100.- Izquierda: Expulsión de los residuos triturados Derecha: Residuos obtenidos antess de la colación.



Imagen 101.- Calidad de los residuos triturados.



Imagen 102.-translado de los residuos triturados en el contenedor a los recipientes de prueba

Una vez depositados los residuos en los distintos recipientes de prueba se aplicaron las enzimas de la misma forma descrita en la etapa de pruebas anterior, llegando así a los siguientes resultados:



Imagen 103.- Inicios de germinación después de 15 días

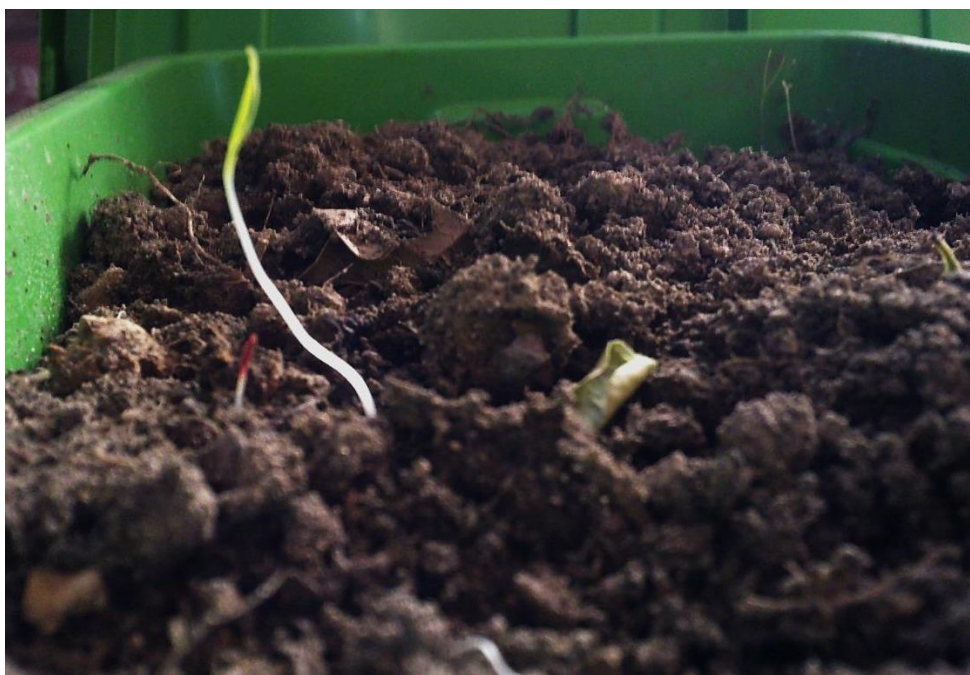


Imagen 104.- Muestra después de 21 días de su interacción con la tierra



Imagen 105.- Crecimiento de Muestras

5.5.- Reducción de Residuo Sólido Urbano mediante la implementación del prototipo.

Se colocó un bote para basura con capacidad máxima de 50 kg, el cual fue utilizado por el personal de la cafetería durante un mes, en él se colocó toda la basura generada en el establecimiento durante el transcurso del día.

La cantidad de basura se estandarizó de tal forma que da cada bote se consideró un volumen de $\frac{3}{4}$ de su capacidad máxima, por lo que cada bote representaba aproximadamente 37.5 kg de residuo.

Total de Basura Generada

Tabla 11.- Tabla de Basura Total generada en Cafetería en botes

Número de Botes a 3/4	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Semana 1	3	4	2	2	3
Semana 2	4	2	3	4	2
Semana 3	5	4	2	3	5
Semana 4	3	3	5	5	3

Expresados en Kg.

Tabla 12.- Tabla de basura total generada expresada en kilogramos

Número de kg	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	semanal
Semana 1	112.5 kg	150 kg	75 kg	75 kg	112.5 kg	525 kg
Semana 2	150 kg	75 kg	112.5 kg	150 kg	75 kg	562.5 kg
Semana 3	187.5 kg	150 kg	75 kg	112.5 kg	187.5 kg	712.5 kg
Semana 4	112.5 kg	112.5 kg	187.5 kg	187.5 kg	112.5 kg	712.5 kg

Un total de 2512.5 kg residuos sólidos urbanos se generaron durante la implementación del producto, con un promedio semanal de residuos de 628 kg.

Cantidad de Basura Orgánica generada

De los residuos generales se realizó un muestreo de únicamente aquellos de origen orgánico general.

Tabla 13.- Cantidad de basura orgánica generada en cafetería

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Semana 1	57.5 kg	70 kg	30 kg	30 kg	57.5 kg
Semana 2	70 kg	30 kg	57.5 kg	70 kg	30 kg
Semana 3	82.5 kg	70 kg	30 kg	57.5 kg	82.5 kg
Semana 4	57.5 kg	57.5 kg	82.5 kg	82.5 kg	57.5 kg

La generación total de residuos sólidos orgánicos fue de 1132.5 kg en el transcurso de 4 semanas lo que promedia la producción semanal de 283.1 kg.

Cantidad de Basura Orgánica verde (frutas y verduras)

Por medio del volumen y peso de cada bote se determinó la cantidad de residuos orgánicos verdes (frutas y verduras) generados en la cafetería y se obtuvieron las siguientes cantidades.

Tabla 14.- Cantidad de basura orgánica verde generada en cafetería

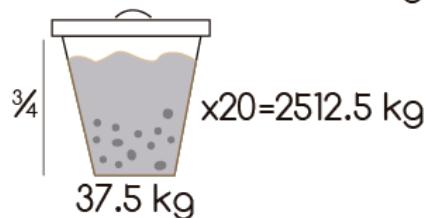
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	semanal
Semana 1	37.5 kg	50 kg	25 kg	25 kg	37.5 kg	175 kg
Semana 2	50 kg	25 kg	37.5 kg	50 kg	25 kg	187.5 kg
Semana 3	62.5 kg	50 kg	25 kg	37.5 kg	62.5 kg	237.5 kg
Semana 4	37.5 kg	37.5 kg	62.5 kg	62.5 kg	37.5 kg	237.5 kg

El total de residuos generados durante la implementación del prototipo fue de 837.5 kg, el promedio semanal de residuos orgánicos verdes generados es de 209.4 kg. De los cuales se lograron reducir aproximadamente 670 kg s durante el periodo de 4 semanas, lo que representa el 80% de los residuos orgánicos verdes en la cafetería.

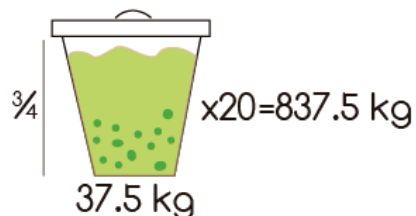
La razón por la que se decidió trabajar únicamente con los residuos orgánicos verdes, fue debido a que, el tiempo que toman en degradarse ciertos residuos de origen animal es más prolongado y genera pestilencia si estos se almacenan.

Implementación del prototipo

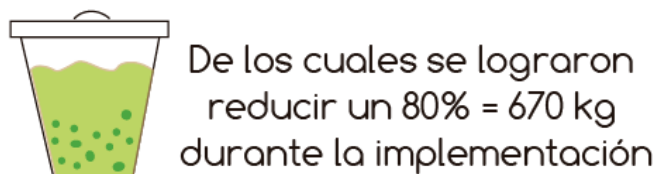
Cantidad de Basura generada



Cantidad de Basura Orgánica verde



Reducción



2512.5 kg - 670 kg



Se logró reducir un 28% aproximadamente

1842.5 kg



Residuos destinados al relleno sanitario

Imagen 106.- Representación Gráfica de disminución de residuos sólidos urbanos

Fuente: Diseño de los autores

La implementación del producto logró una reducción volumétrica del 80% de los residuos orgánicos verdes, generados en un mes por la cafetería de la facultad de ingeniería.

5.6.- Propuesta de Producto

A continuación se muestra la propuesta de producto tras la experiencia obtenida durante la implementación del prototipo. En esta lámina de presentación se incluyen la inserción de una fuente hídrica que permita la circulación y enfriamiento del sistema de trituración, de igual manera se incrusto del botón de encendido a la estructura para mayor comodidad del usuario. Se propone la imagen gráfica de marca (Auchtli) y logotipo de la misma, se expone la secuencia de uso y sus resultados.



Imagen 107.- Lámina de propuesta de producto ("Auchtli") Fuente: Autoría propia

5.7.-Discusión

- 1.-El sistema de trituración resulta vital en el desarrollo del producto pero existe la posibilidad de reducir los costos del mismo, por lo que es pertinente desarrollar un sistema de que logre imitar o asemejar la calidad de triturado obtenido durante la implementación del prototipo.
- 2.- El material de fabricación que se utilizó en el prototipo fue seleccionado en base a la disposición de maquinaria y talleres, por lo que en el desarrollo de un futuro producto es recomendable meditar la utilización de nuevos materiales y procesos, como lo es la utilización de plásticos enfocados en una producción de mayores proporciones.
- 3.- Concerniente al aspecto funcional del prototipo, es necesario trabajar en un rediseño que incluya de forma permanente una fuente hídrica que permita la circulación de residuos y refrigeración del sistema de trituración, además de incluir una adaptación de colado para separar los residuos triturados del líquido utilizado para la circulación, de igual manera es necesario incluir un sistema que drene los líquidos del contenedor al exterior.
- 4.- Se debe optimizar el proceso de transporte del contenedor ya que las llantas utilizadas mostraron carencias al desenvolver su función, la utilización del mejoramiento de este sistema o la implementación de otro de mayor eficiencia pueden fortalecer el producto de gran manera. La implementación de agarraderas al contenedor facilitará la transportación del mismo y su manejo en el proceso de instalación.
- 5.- Es pertinente el incluir material gráfico que permita a los usuarios comprender la función del producto y sus secuencias de uso, ya que al ser un producto desconocido para las personas pueden mal interpretar el funcionamiento del mismo. Se debe aclarar el tipo de residuos que se pueden introducir en el contenedor y sus restricciones técnicas.
- 6.- La seguridad es un aspecto para tomar en cuenta en el rediseño del producto, debido a que las personas por ignorancia o negligencia corren el riesgo de introducir alguna extremidad del cuerpo dentro del sistema de trituración.
- 8.- Es posible depositar el resultado del proceso de trituración en áreas verdes o tierra sin una previa colación debido a que el suelo se encarga de absorber los líquidos y la degradación de los residuos, siendo la única diferencia con el proceso propuesto la rapidez con que estos se degraden y su aprovechamiento.

9.- El concepto propuesto en el modelo de gestión y aplicado al prototipo puede ser replicado en distintos escenarios y contextos llevados a usuarios potenciales como restaurantes, escuelas, mercados, hogares y otras cafeterías, mediante adecuaciones basadas en la escalabilidad del proyecto. Logrando de esta manera un mayor impacto en la disminución y aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos.

10.- A través de una postura emprendedora ,mediante el uso de este producto y sus resultados, es posible desarrollar un modelo de negocios que permita aprovechar el acondicionamiento de estos residuos y transformarlos en una cadena de valor, la cual permita procesarlos y ofertarlos a nuevos usuarios interesados en productos y/o servicios que enriquezcan la fertilidad del suelo.

11.- El modelo de gestión propuesto en esta investigación de ser proyectado a una escala mayor, es posible contribuir al reavivamiento del suelo mexicano.

VI. Conclusiones

Se identificó una importante área de oportunidad en la gestión manejada actualmente, ya que reduciendo los residuos orgánicos desde su origen, se disminuye la cantidad que llega a los rellenos sanitarios, posibilitando acortar la generación de lixiviados, lo cual facilita el reciclaje de la materia inorgánica, y el aprovechamiento de la materia orgánica.

Utilizando la Biomimética como herramienta se logró emular los procesos utilizados por la lombriz en la gestión natural de residuos orgánicos, resultando en un modelo que aprovecha los residuos orgánicos generados en la cafetería universitaria, los cuales mediante la implementación del prototipo propuesto, se logró prolongar el ciclo de vida de los residuos orgánicos mediante su reintegración al medio ambiente como fertilizante orgánico.

El prototipo implementado en la cafetería universitaria logró disminuir en un 80% los residuos orgánicos verdes (frutas y verduras) generados por este establecimiento, los cuales se destinaban a los rellenos sanitarios; reduciendo el volumen total de los residuos sólidos urbanos generados en la cafetería universitaria destinados a los rellenos sanitarios en un 28%, debido a que se logró aprovechar el 80% de dichos residuos orgánicos verdes. Por medio del producto propuesto, se reduce la posibilidad de generar líquidos lixiviados en los rellenos sanitarios y de igual manera facilita la tarea del reciclaje de los residuos de origen inorgánico, teniendo un mayor impacto en el mejoramiento de los modelos de gestión de residuos sólidos.

El nutriente generado demostró ser un fertilizante orgánico saludable para ser absorbido por el suelo y las plantas en tan solo dos semanas, lo que demuestra una aceleración en el proceso de degradación de los residuos orgánicos verdes, como se mostró durante las pruebas realizadas con el nutriente obtenido después de aplicar el proceso gestión propuesto. Lo cual fue un resultado que supero la expectativa.

VII. REFERENCIAS

- Ayala, N. (11 de Noviembre de 2012). Aprovecharán Residuos Sólidos. *El Universal*, pág. 15.
- Bermejo Roberto, Iñaki Arto, David Hoyos, Eneko Garmendia. (2010). *Menos es Más: del desarrollo sostenible al decrecimiento sostenible*. Bilbao: Hegoa.
- Beynus, J. (1997). *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. New York: Harper Collins Publisher INC.
- Biomimicry 3.8*. (2013). Recuperado el 28 de 03 de 2013, de <http://biomimicry.net/about/biomimicry/biomimicry-thinking/>
- Chavarro, M. (2006). Evaluación de la Tratabilidad de Lixiviados en Rellenos Sanitarios. *Revista de la Universidad Tecnológica de Pereira*, 399-404.
- Chávez, M. (16 de Agosto de 2011). El Costo de la Basura. *La Jornada*, pág. 13.
- Encinso, A. (02 de Enero de 2009). El relleno sanitario, la mejor tecnología para el tratamiento de la basura en México. *La Jornada*.
- Enriquez, L. Z. (2008). *La composta como una propuesta sobre el manejo de los desechos orgánicos, en la escuela federal técnica #43 en el Distrito Federal*. México DF: Tesis.
- Gómez, R. B. (2006). *Compostaje de residuos sólidos. Aplicación de técnicas respirométricas en el seguimiento del proceso*. Barcelona : Tesis.
- Hoorweg Daniel, Perinaz Bhada-Tata. (2012). *What a Waste: A global review of solid waste management*. Washington DC.: World Bank.
- Instituto Nacional de Ecología*. (2007). Recuperado el 15 de 02 de 2013, de <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/499/produccion.html>
- J. Dominguez, M. Aira, M. Gómez Brandón. (2009). El papel de las lombrices de tierra en la descomposición de la materia orgánica y ciclo de nutrientes. *Ecosistemas*, 20-31.
- María, Z. M. (2008). *Aprovechamiento de los Residuos Sólidos Urbanos en Colombia*. Universidad de Antioquia. Antioquía: Universidad de Antioquía.
- Méndez, C. (2012). INEGI presenta estadísticas sobre medio ambiente. *Terroambiental*, 15.
- Méndez, M. G. (2009). *Aplicación de técnicas de ciclo de vida al diseño de un sistema de gestión de residuos urbanos para la ciudad de Chihuahua*. Tarragona: Tesis.
- Morales, L. R. (2010). *Diseño Estrategia y Táctica*. Edo México: Siglo XXI Editores.
- Norma, S. (17 de Enero de 2012). Querétaro estaría viviendo tercera inmigración. *Sexenio Querétaro*, pág. 24.
- Rojas, L. A. (27 de Mayo de 2012). *ocs*. Recuperado el 11 de Septiembre de 2013, de <http://ocs.upeu.edu.pe/index.php/jornadacientifica/FIA/paper/view/152>
- Sánchez, G. R. (2005). *Diagnóstico de la problemática de los residuos sólidos urbanos de la ciudad de Ixtepec, Oaxaca*. Puerto ángel, Oaxaca: Tesis.
- The Earth Machine*. (2012). Recuperado el 25 de 01 de 2013, de http://www.earthmachine.com/what_is_composting.html
- WorldBank. (2013). *World Bank*. Recuperado el 28 de 03 de 2013, de <http://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.GROW/countries?display=map>