

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**FACULTAD DE ARTE Y DISEÑO**



**ENKEI: Sistema de Segregación de Residuos Domésticos para Zonas Urbanas**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL  
GRADO DE BACHILLER EN ARTE CON MENCIÓN EN DISEÑO INDUSTRIAL**

**AUTOR**

Noborikawa Gushiken, Mayumi Karina

**ASESORES**

Pérez Rojas, Fernando Felipe  
Loaiza Soracco, Renato Gonzalo

2020

# ÍNDICE

Abstract	
1. Introducción.....	3
2. Antecedentes.....	4
2.1. Marco Teórico.....	5
2.1.1. Economía Circular.....	5
2.1.2. Cradle to Cradle.....	5
2.1.3. Diseño para el cambio de comportamiento.....	6
2.1.4. Soluciones en el Perú.....	6
2.1.5. Aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos.....	7
2.2. Estado del Arte.....	8
2.2.1. Productos y servicios.....	8
2.2.2. Técnica Bokashi.....	9
2.3. Research Gap.....	11
2.4. Hipótesis.....	11
3. Diseño del Estudio.....	11
3.1. Estudios inductivos .....	12
3.1.1 Focus group.....	12
3.1.2 Contextual enquiry.....	13
3.1.3 Cuantificación de residuos sólidos.....	14
3.1.4. Encuesta virtual.....	14
3.2. Estudios de validación.....	14
3.2.1 Análisis de uso y entrevista.....	14
4. Estrategias de Análisis.....	14
4.1. Focus group.....	14

4.2. Contextual enquiry.....	15
4.3. Cuantificación de residuos sólidos.....	15
4.4. Encuesta virtual.....	15
4.5. Estudio de validación.....	15
5. Resultados y Discusión.....	15
5.1. Focus group.....	14
5.2. Cuantificación de residuos sólidos.....	18
5.3. Encuesta virtual .....	19
5.2. Contextual enquiry.....	19
5.2. Desarrollo de primera propuesta.....	20
5.5. Estudio de validación.....	21
5.5. Desarrollo de propuesta final.....	22
6. Conclusiones.....	26
7. Limitaciones y trabajo a futuro.....	27
8. Agradecimientos.....	27
9. Bibliografía.....	28
10. Anexos.....	29

## Abstract

En la actualidad, en el Perú existe una barrera que impide el buen manejo y procesamiento de residuos sólidos. Este hecho es ocasionado por dos factores íntegramente relacionados: el escaso hábito de clasificación de residuos de las personas y la inexistencia de un sistema integrado y eficiente de manejo de residuos municipales. Como consecuencia, se produce una acumulación de residuos en las calles, los cuales más del 50% es materia orgánica que en estado de putrefacción son un foco de plagas y enfermedades respiratorias y gastrointestinales. Con la finalidad de buscar una solución a esta problemática se realizó un análisis de las medidas que se están tomando a nivel nacional e internacional siguiendo la línea de economía circular. Por consiguiente, se observó en la ciudad de Lima una oportunidad de aportar mediante el diseño para el cambio de comportamiento en el tratamiento de residuos sólidos domiciliarios, ya que se la identifica como una sociedad en proceso de adaptación hacia prácticas más sostenibles. Bajo esta premisa se realizó el diseño de un módulo doméstico de segregación de residuos orgánicos e inorgánicos enfocado en facilitar su almacenamiento y posterior procesamiento con la finalidad de expandir una cultura de economía circular en la población. Para entender de manera completa la problemática y el contexto se realizaron una serie de estudios utilizando diversos métodos. Los resultados obtenidos se analizaron y se identificaron los lineamientos y requerimientos de diseño del producto. Finalmente, se tradujeron los resultados de esta investigación en un producto tangible, el cual obtuvo una respuesta positiva luego de ser validado por usuarios finales.

**Palabras clave** – Diseño sostenible, Diseño para el cambio de comportamiento, Clasificación de residuos, Contaminación ambiental, Compostaje, Economía Circular, De la Cuna a la Cuna.

## Introducción

El sistema de gestión de residuos sólidos urbanos siempre ha estado caracterizado por la informalidad y abasto insuficiente por parte de las gestiones municipales. Este problema está dentro de los tres problemas ambientales más graves para los vecinos de la ciudad de Lima según una encuesta realizada por el observatorio ciudadano Lima Cómo Vamos en el último año 2018, sin embargo, está lejos de ser resuelto.

Esto en parte ha sido consecuencia del precipitado y desordenado crecimiento urbano de Lima en el lapso posterior a la segunda guerra mundial, al igual que otras ciudades en América Latina (Dureau, Goueset y Mesclier, 2006). Inicialmente el principal objetivo era evacuar los residuos para evitar riesgos sanitarios, se prosiguió a brindar el servicio al mayor número de personas dando prioridad al aspecto cuantitativo, sin embargo, se dejó de lado el aspecto cualitativo, es decir, a la efectividad de su tratamiento (Duran, M. 2011). Fue recién en el año 2000 con la promulgación de la Ley General de Residuos Sólidos (ley 27314), cuando se establece que el destino final de los residuos deben ser los rellenos sanitarios. Sin embargo, hasta la actualidad no hay progresos significativos.

Según el informe sobre las tendencias en la gestión de los residuos realizada por MINAM (2016), “Uno de los problemas más álgidos en la gestión integral de residuos sólidos se encuentra en la etapa de disposición final segura de residuos sólidos municipales, ya que actualmente solo existen 11 rellenos sanitarios autorizados en el país, de los cuales 4 se encuentran en la ciudad de Lima.”. Además, según el informe del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) publicado el 2015, a nivel nacional se generan más de 20 mil toneladas de basura al día, pero solo el 43,5% va a los rellenos sanitarios formales. El porcentaje restante de residuos sólidos termina en botaderos, lo cual puede contaminar las aguas superficiales y subterráneas, el suelo y el aire; además, genera olores y es foco de proliferación de insectos y roedores que transmiten enfermedades (CEPIS/CONAM/ & /OPS, 2004).

Por otra parte, del total de desechos, el 54% resultan ser residuos orgánicos (Nordic Council of Ministers, 2016). Al descomponerse en rellenos sanitarios, la materia orgánica genera gases de efecto invernadero (GEI), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y metano, emisiones que contribuyen al cambio climático mundial. Además, estas emisiones también afectan la calidad del aire y están asociadas con problemas de salud pública, como el asma (CCA, 2017). Cerca del 47% de las emisiones relacionadas con los RSM se generará en el área de Lima-Callao (Nordic Council of Ministers, 2016). De todos los distritos que conforma Lima, solo San Borja, desde el 2009, Surco, desde el 2012 (El Comercio, 2016) y Cercado de Lima, con un plan piloto en el colegio Luis Armando Cabello, inaugurado en el 2019 (Municipalidad de Lima, 2019), tienen plantas de tratamiento para compost.

El principal impedimento para una correcta disposición final de los residuos sólidos es la inexistencia de un sistema integrado de segregación de residuos. Según el diagnóstico de los Residuos Sólidos en el Perú realizado por el Programa NAMA de Residuos Sólidos – Perú, en el 2013, se estima que aproximadamente el 14% de los residuos reciclables era recuperado por recicladores (informales y formalizados), equivalente a una tasa de reciclaje del 2,5% del total de los RSM. Como consecuencia de este desarrollo desordenado, el sector informal ha tomado gran

importancia en la labor de segregar (Duran, M. 2011).

*“Por ello es que se habla de un sistema de «autogestión»”. Los circuitos informales, que funcionan al margen de la ley, se han puesto en marcha para paliar las carencias. Así, en paralelo a la «gestión pública» de los residuos funciona una red de actores que interviene a diversas escalas en la recolección, selección, reciclado y reventa de los residuos.”* (Duran, M. 2011)

Es así como esta problemática tiene una implicancia cultural, pues a durante mucho tiempo en Lima no se le ha dado la debida importancia al tratamiento de desechos ni a su valor como recurso para una economía circular. Por lo tanto, la gestión deficiente ha desembocado en la concepción de residuo como algo inservible en vez de verlo como un recurso que se puede aprovechar.

## **2. Antecedentes**

### **2.1. Marco Teórico**

En busca de tener un profundo entendimiento de los métodos y teorías que contribuyen a promover el aprovechamiento de residuos sólidos, se investigaron diversas teorías y enfoques que contribuyen a este fin. Asimismo, se contemplaron las acciones y planes existentes en el marco nacional.

#### **2.1.1. Economía circular**

Para luchar contra el mal manejo de residuos sólidos en la ciudad de Lima es necesario entender el concepto de economía circular y la importancia de sus beneficios a un nivel social, ambiental y económico. Bajo este concepto, los bienes que están en el fin de su vida útil se convierten en recursos para otros, cerrando bucles en ecosistemas industriales y minimizando el desperdicio (Stahel, 2015). Es así como existen modelos económicos que siguen este concepto, los cuales se pueden clasificar en dos grupos: los que fomentan la reutilización y extender la vida útil a través de la reparación, la re manufactura, las actualizaciones y las modernizaciones; y aquellos que convierten los usados bienes en nuevos recursos al reciclar los materiales (concepto de *upcycling*). (Stahel, 2015). Sobre este segundo grupo se basa la industria del reciclaje, el cual aún está en crecimiento a nivel nacional, pero es un área que aún necesita ser desarrollada.

#### **2.1.2. Cradle to cradle**

El acercamiento conceptual desarrollado por William McDonough y Michael Braungart en el libro *Cradle to Cradle: Remodelando la forma en la que hacemos las cosas* (2002) es una base sólida para desarrollar productos o servicios siguiendo el lineamiento de economía circular. Uno de los principios que propone esta tesis es “Basura = Alimento”, lo cual no es algo nuevo, sino un sistema biológico cíclico “de la cuna a la cuna” que ha alimentado el planeta durante millones de años. En la naturaleza no existe basura, sino residuos que sirven de alimento para la tierra, incluso el

dióxido de carbono que exhalamos es capturado por las plantas y utilizado para su propio crecimiento. Los frutos y flores que caen de los árboles se descomponen y alimentan los microorganismos que enriquecen la tierra. De esta manera, nada tiene un fin definitivo. (ver figura 1)



Figura 1 De la cuna a la cuna. Extraído de: <http://stakeholders.com.pe/francesca-mayer/cradle-cradle-de-la-cuna-la-cuna/>

### 2.1.3. Diseño para el cambio de comportamiento

Una aproximación conceptual favorable para el contexto limeño es el diseño para el cambio de comportamiento. Este concepto sigue cuatro lineamientos: “Facilitar que las personas adopten un comportamiento deseado; dificultar que las personas realicen un comportamiento no deseado; hacer que las personas quieran un comportamiento deseado y hacer que las personas no quieran un comportamiento no deseado” (Neidderer, 2014). En este sentido, es posible influir en el comportamiento de la población mediante el diseño industrial de manera que adquieran hábitos favorables con el medio ambiente y con su entorno social.

### 2.1.4. Soluciones en el Perú

En la actualidad el Ministerio del Ambiente está tomando cartas en el asunto frente al cambio climático y al Plan Nacional de Acción Ambiental PLANAA PERÚ 2011-2021, en donde se incorpora como objetivo prioritario la gestión integral de residuos sólidos a nivel nacional. Asimismo, se estableció el Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos (Ministerio del Ambiente, 2016), en el cual se señala que el 60% de los residuos reutilizables deben de ser reciclados para el año 2017, hecho que hasta el día de hoy no se ha cumplido; y el 100% en el año 2021. Asimismo, se recalca la importancia de la participación no solamente del Estado, sino también del sector privado como responsable en conjunto con la sociedad. Todo esto permitirá

también el cumplimiento de otros compromisos internacionales asumidos por el país, en particular los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por la ONU (Ministerio del Ambiente, 2016). Sin embargo, en el reporte de seguimiento y evaluación se reporta solo un 9 % de cumplimiento de las acciones estratégicas programadas (p.10)

Por otro lado, mediante la Ley que regula la actividad de los recicladores (LEY N° 29419), el Estado promueve su formalización e integración a los sistemas de gestión de residuos sólidos de todas las ciudades del país. Estos agentes que actualmente son mayormente informales se dedican a recolectar y segregar residuos con valor económico, tales como papel, cartón, PET y metales, para ser vendidos a diversas empresas comercializadoras y/o procesadoras. No obstante, existen pocas empresas dedicadas al procesamiento de residuos orgánicos. Una de las pocas plantas grandes que existen es la de la empresa colombiana Control Ambiental, la cual procesa aguas residuales y material orgánico. La solución principal que se está dando al constante incremento de RSM es la creación de más rellenos sanitarios, a pesar de no ser la opción más sostenible puesto que no están siendo reciclados. Según Albina Ruiz, viceministra de Gestión Ambiental del Ministerio del Ambiente (Minam), este año se inaugurarán 5 rellenos sanitarios y se construirán 7 más (Bless, 2019)

### **2.1.5. Aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos**

El método de aprovechamiento de la materia orgánica que aporta mayores beneficios económicos y ambientales es su transformación en abono orgánico mediante el compostaje, el cual es un proceso de degradación de los residuos orgánicos por la acción de microorganismos, alterando la estructura molecular de los compuestos orgánicos (Rossi & Cabrera, 2016). La materia orgánica es uno de los componentes más importantes de los suelos, pues proviene de la descomposición de animales, plantas y microorganismos presentes en el suelo o en materiales fuera del predio. Según Prieto (2003) estos tienen un gran efecto benéfico en los suelos, debido a que su materia orgánica activa los procesos microbianos, mejora la estructura del suelo, la aireación y la capacidad de retención de humedad, también actúa como regulador de la temperatura edáfica, retarda la fijación del ciclo fosfórico mineral y suministra productos de descomposición orgánica que incrementa el crecimiento de las plantas.

Debido a que la gestión de los residuos orgánicos es una preocupación mundial cada vez mayor a medida que las ciudades experimentan una mayor generación de residuos y el impacto climático asociado, el compostaje es una solución que se puede hacer a escala doméstica o comunitaria hasta el nivel municipal o incluso regional. Sin embargo, ha demostrado repetidamente ser un desafío implementar a escalas grandes y más aún en países en desarrollo (Kaza, Yao, & Stowell, 2017)

Según la Agencia Europea de Medio Ambiente (2013) en países de la Unión Europea, cerca del 25% de los biorresiduos (equivalente a 30 millones de toneladas por año) son efectivamente transformados en compost de alta calidad. Por otro lado, en el Perú las iniciativas que incentivan el aprovechamiento de residuos orgánicos son muy pocas. De hecho, uno de los únicos distritos de Lima que practica el compostaje es San Isidro, mediante el “Programa de Reaprovechamiento de los Residuos Orgánicos”, el cual consiste en entregar a cada vivienda un

contenedor especial de 8.5 litros en el cual puedan depositar los residuos orgánicos. La municipalidad realiza la recolección de dicho material una vez por semana, para luego ser trasladados a la planta de compostaje de la UNALM donde se desarrolla el tratamiento para la obtención del compost, el cual luego es repartido gratuitamente a las 350 familias que participan en este programa (“Opinión | Retos y oportunidades del compostaje en el Perú - SPDA Actualidad Ambiental : SPDA Actualidad Ambiental,” 2019).

## 2.2. Estado del arte

### 2.2.1. Productos y servicios

Existen iniciativas en el sector privado tales como Lima Compost, una empresa con enfoque en la responsabilidad social dedicada a la difusión del compostaje doméstico en departamentos, casas, oficinas y colegios. Esta empresa ofrece al mercado composteras cerámicas de distintos tamaños. (Ver figura 1) Además, brinda asesorías, talleres para la elaboración de compost y bio-huertos y también ofrece un servicio de recojo de residuos orgánicos a cambio de un pago mensual. Este tipo de servicio existe en otras partes del mundo como en Chile, en donde la empresa Karubag ofrece un servicio de recojo de materia orgánica vegetal y de compostaje a cambio de una mensualidad. Asimismo, en Nueva Zelanda, a pesar de la falta de un sistema integrado y eficiente de segregación de residuos, existen iniciativas como The Compost Collective, una agrupación que fomenta el hábito del compostaje y ha establecido una red de intercambio entre personas que desean reciclar sus desperdicios orgánicos, pero no tienen espacio o tiempo para compostar, con personas que suelen hacerlo.



*Figura 2 Composteras de Lima compost. Recuperado de:  
<https://infomercado.pe/lima-compost-en-piura-una-nueva-forma-de-utilizar-los-residuos-organicos/>*

Por otro lado, en el mercado internacional existen productos que ofrecen distintas maneras de optimizar el espacio como los ofrecidos por la marca Joseph Joseph, la cual está enfocada en la organización y optimización del espacio doméstico. Un ejemplo es el Totem 60, un innovador sistema que permite segregar los distintos residuos generados en el hogar en un totem con varios compartimientos. Por otro lado, The Taihi Bin Turns Kitchen es un elegante artefacto diseñado por Ben Cullis Watson, el cual convierte los residuos de cocina en compost de una manera limpia,

práctica y libre de olores. Este producto utiliza una técnica japonesa de tratamiento de residuos orgánicos llamada Bokashi. Asimismo, tiene incluido un sistema automático de dispersión del líquido activador. (Ver tabla 1)



Tabla 1. Totem 60 - Joseph Joseph y The Taihi Bin Turns Kitchen - Ben Cullis Watson

### 2.2.1. Técnica Bokashi

En vista de una mayor eficiencia en el proceso, existe otra alternativa al compostaje tradicional: El Bokashi. Este término de origen japonés significa “materia orgánica fermentada” y es una técnica alternativa al compostaje que utiliza la Tecnología “Effective Microorganisms” (EM) desarrollada por el agrónomo Teruo Higa. A diferencia del compostaje tradicional donde se permite que los desperdicios se descompongan, el bokashi permite procesar no solo materia vegetal sino también todo tipo de residuos orgánicos, como restos de comida incluyendo carne y huesos. Lo único que no se debe agregar son líquidos. Otra ventaja de esta técnica es su corto tiempo de procesamiento en comparación al compostaje convencional, el cual dura entre 3 a 4 meses. A modo de ilustración, se cita la explicación del proceso como aparece en Freitag:

*“Cuando se introduce en un entorno de biodegradación anaeróbica, el EM devora rápidamente los metanógenos y los contaminantes tóxicos que se forman como resultado*

*del proceso de descomposición química. Como resultado, las pilas de compost anaeróbicas mezcladas con EM no producen olores nocivos u ofensivos, y se descomponen muy rápidamente en compostes puros y ricos en nutrientes, que pueden infundirse directamente en el proceso de la agricultura orgánica con resultados asombrosos” (2000)*

La ciudad de Kani, Japón, se ha convertido en una ciudad modelo para el uso generalizado efectivo de ME a nivel municipal. Freitag también señala que, en 1992, la ciudad suburbana estaba sufriendo problemas de abasto y contaminación en la eliminación de basura. Fue así como todos los hogares recibieron EM y cubetas de compostaje para usar en sus cocinas. Las personas simplemente debían mezclar cinco galones de desperdicio de alimentos con EM bokashi, tras sellar la tapa para asegurar un ambiente anaeróbico, en cuatro semanas, la comida se descompone en un fertilizante fermentado inodoro.

EM está disponible comercialmente en más de 90 países. En general, la mezcla EM contiene un grupo de microorganismos, en particular, bacterias del ácido láctico, levaduras y bacterias fotosintéticas, que se utilizan principalmente en la agricultura (Aminah, Muttalib, Norkhadijah, Ismail, & Praveena, 2016). En el mercado existen diversas marcas que ofrecen contenedores especiales para este tipo de proceso con su propia mezcla de microorganismos. (ver figura 3)

Si bien es cierto, existen diversas formas de reciclar los RSD alrededor del mundo, en el contexto limeño existen necesidades específicas puesto que la mayor parte de ciudadanos no tiene un hábito de segregación. Por lo tanto, la implementación de nuevas plantas de reciclaje de los distintos tipos de residuos debe empezar por un proceso de educación para la segregación eficiente de residuos.



*Figura 3 Bokashi starter kit*

## **2.3. Research Gap**

Si bien es cierto, existen en el mercado una gran variedad de composteras urbanas y sets de bokashi como solución al tratamiento de residuos orgánicos. Sin embargo, estos productos están orientados a un público interesado en la jardinería que cuentan con huertos o jardines en donde utilizar el abono obtenido. Por lo tanto, este tipo de soluciones no son posibles de implementar en un contexto urbano como Lima. Aunque la venta de composteras es una solución que se está llevando a cabo en Lima, realizar este proceso requiere capacitación y tiempo de dedicación por parte de los usuarios, lo cual limita el público objetivo aún más. Por otro lado, los servicios existentes de recojo de residuos orgánicos abarcan solamente residuos vegetales, siendo los residuos de origen animal los mayores causantes de emisiones de gases de efecto invernadero y de olores desagradables en el entorno.

Tomando en consideración lo expuesto anteriormente, la población de la ciudad de Lima está en un proceso de adaptación hacia prácticas más sostenibles. Por lo tanto, es un escenario oportuno para la implementación de productos que faciliten dicho proceso. Esto implica tener implementos que se adapten a las condiciones de espacio de las viviendas urbanas y a la rutina de los ciudadanos, además del sistema que aún no logra integrarse de manera eficiente.

## **2.4. Hipótesis**

Bajo esta premisa se identificó la oportunidad de desarrollar un proyecto que facilite la segregación de residuos orgánicos, tanto de origen vegetal como de origen animal, de los residuos inorgánicos. Por lo tanto, se plantea el diseño de Enkei: un sistema doméstico de segregación de residuos orgánicos y generales enfocado en facilitar su almacenamiento y posterior procesamiento con la finalidad de expandir la cultura de economía circular en la población, facilitar el proceso de segregación y su posterior procesamiento.

Tomando como base la técnica Bokashi para procesar los residuos orgánicos, se busca orientar el producto en relación a un servicio de recojo de residuos. De esta manera se lograría evitar que estos desechos terminan en los rellenos sanitarios y siguiendo la filosofía “de la cuna a la cuna” puedan ser reinsertados en la industria como abono orgánico o aprovechado por los mismos generadores directos en el riego y nutrición de plantas y cultivos.

## **3. Diseño del estudio**

Con la finalidad de comprender a profundidad el contexto y las motivaciones de las personas con respecto al reciclaje y la segregación de residuos en esta investigación se aplicaron 3 métodos de investigación cuantitativos durante la etapa inductiva: contextual inquiry, encuestas y una cuantificación de residuos sólidos domiciliarios. Asimismo, como estudios cualitativos se utilizaron los métodos focus group y contextual enquiry. Finalmente, se realizó un estudio de validación con potenciales usuarios finales

### **3.1. Estudios inductivos**

### 3.1.1 Focus group

Este estudio se realizó con el objetivo de obtener información cualitativa sobre la rutina de segregación de los participantes y conocer las dificultades que presentan su sistema actual de segregación. También se buscó conocer sus opiniones con respecto al manejo de residuos sólidos en su distrito y los motivos que los llevaron a adquirir el hábito de segregar. Un objetivo más específico era conocer qué tan dispuestos estaban a implementar una rutina de procesamiento de materia orgánica en su hogar e identificar los problemas o dificultades que se pueden presentar al momento de segregar.

La muestra obtenida estaba conformada por cinco participantes de entre 20 y 25 años de edad, los cuales debían cumplir con los requisitos de tener el hábito de segregar los residuos que producen desde casa y que gocen de un servicio de recojo segregado de residuos municipal o privado. El estudio fue realizado el 17 de mayo de 7:30 a 8:30 pm. en el aula I123 de la facultad de arte de la PUCP y fue registrada en su totalidad en audio y video. (Ver figura 4)

#### *Estructura:*

- Introducción (3 min): Presentación del tema del proyecto y explicación de los objetivos del estudio.
- Warm up (5 min): Se mostraron dos imágenes en las que se retrataba la acumulación de bolsas de desperdicios en la vía pública. En relación a esto se les realizaron las siguientes preguntas: ¿Qué sientes al ver esta situación? ¿Por qué crees que sucede esto?
- Parte 1 (20 min): Se aplicó la herramienta blue print en donde los participantes debían describir la distribución de su cocina o lugar en donde almacenen los residuos. Los participantes debían explicar de manera detallada los dibujos que hicieron y responder a las preguntas: ¿Cuál es el manejo de residuos en casa? ¿Cómo es el servicio de recojo de residuos en su vivienda?

Luego de esta primera parte se realizó un pequeño descanso en el cual se repartió pizza a modo de incentivo para que la entrevista siga un transcurso ameno.

- Parte 2: opinión (20 min)

En esta parte del estudio se buscó conocer la opinión y la motivación de los participantes con respecto al tema. Se realizaron las siguientes preguntas:

- ¿Por qué clasifican sus residuos? ¿Cuál es su motivación?
- ¿Segregar los residuos les parece una tarea difícil? ¿Qué dificultades se presentan al momento de clasificar y almacenar los residuos?

- ¿Cómo creen que se podría mejorar o facilitar esta experiencia?
- ¿Cómo sería un servicio ideal de recolección de residuos?

### *Distribución del espacio*

La distribución en el espacio se organizó buscando la manera en que los participantes se sientan lo más cómodo posible, así que la cámara filmadora se posicionó en diagonal, a un extremo de la mesa para que no sea demasiado intrusivo para ellos y que no interfiera con el desarrollo de la actividad. El audio se registró desde un teléfono celular colocado en la mesa, cerca de los participantes.



Figura 4 Focus Group

### **3.1.2 Contextual enquiry**

Este estudio se realizó con el objetivo de observar y analizar el contexto en donde se segregan los residuos sólidos en el hogar y poder identificar las condiciones de espacio y uso a los que el producto deberá adaptarse. Se reclutaron a 6 participantes que cuenten con hábitos de segregación en casa a los cuales se solicitaron un total de 6 imágenes en donde debían visualizarse el área de cocina, lavadero, zona de almacenamiento de residuos sólidos orgánicos y de los contenedores en donde depositan los residuos inorgánicos. Adicionalmente se realizaron preguntas sobre su rutina de segregación y el servicio de recojo de residuos que recibían.

### **3.1.3 Cuantificación de residuos sólidos**

Este estudio se realizó con el objetivo de identificar de manera aproximada la cantidad de residuos sólidos que se producen diariamente en un hogar en la ciudad de Lima para así definir las dimensiones máximas que deberían tener los contenedores destinados a cada tipo de residuos. Se reclutaron participantes con el hábito de segregación de residuos, a los cuales se les solicitó segregar y almacenar en una bolsa los residuos orgánicos, en otra residuos plásticos y en otra papeles y cartones.

### **3.1.4 Encuesta virtual**

Mediante este estudio se buscó obtener información cuantitativa sobre los hábitos de segregación de las personas de Lima metropolitana. Se reclutó a personas de distintos distritos de la ciudad de Lima con rango de edad variable y sin requisito alguno, pues el objetivo de esto era obtener la mayor cantidad de respuestas posibles para obtener datos porcentuales con respecto a los hábitos de segregación y realizar un mapeo del nivel de alcance de los programas de reciclaje en los distritos de Lima metropolitana. En el caso de las personas que no contaban con el hábito de segregar, se buscó comprender las razones de esto.

## **3.2. Estudios de validación**

### **3.2.1 Análisis de uso y entrevista**

Se realizó un estudio de análisis de actividad con la finalidad de validar la propuesta a nivel formal y conceptual utilizando un prototipo de mediana fidelidad en escala 1:1. El objetivo del estudio era observar la interacción del usuario con el producto en un contexto real y evaluar las dimensiones del producto a un nivel ergonómico y en relación con el entorno. Por este motivo, el estudio fue realizado en el hogar de cada participante por separado. Para esto se reclutó a cuatro participantes voluntarios, dos de ellos debían contar con hábitos de reciclaje y los otros dos debían ser personas que no suelen segregar sus residuos. En primer lugar, se le solicitó a cada participante ubicar cada parte del sistema en un contexto real de uso. Posteriormente se le entregaron residuos orgánicos e inorgánicos y se observó la dinámica de uso de la propuesta a nivel cognitivo y formal. Finalmente, se realizó una entrevista a cada participante con respecto a la experiencia en la cual brindaron su opinión personal sobre el producto.

## **4. Estrategias de análisis**

### **4.1. Focus group**

Se realizó la transcripción de toda la sesión para luego colocar en post its los comentarios o expresiones más significativas dichas por los participantes, los cuales se dividieron y organizaron de acuerdo a enfoques en común a través de un diagrama de afinidad. Luego se analizaron los resultados y se tomaron notas de las conclusiones que se obtuvieron a partir de estos.

Se utilizaron los blue print e imágenes de la actividad realizada como guía para entender el

contexto de lo que los participantes hablaban y se recopilaron conclusiones en base a todas las observaciones realizadas.

## **4.2. Contextual enquiry**

Se analizaron la ubicación y la distribución de áreas en donde los participantes ocupan sus residuos en busca de comunes denominadores y se tomaron apuntes de estos hallazgos.

## **4.3. Cuantificación de residuos sólidos**

Para realizar el análisis de datos de este estudio se procedió a calcular el peso y dimensiones de cada bolsa de residuos recolectados en cada vivienda divididos entre orgánicos, papeles/cartones y plásticos. Estos datos se colocaron en un cuadro para luego proceder a realizar un promedio de los datos obtenidos de cada tipo de residuo generado per cápita en gramos y centímetros cúbicos.

## **4.4. Encuesta virtual**

Para realizar el análisis de datos obtenidos en este estudio se realizó una tabulación cruzada en función al distrito de procedencia y la existencia o no de servicios de recojo selectivo de residuos sólidos para luego poder identificar patrones de conducta de acuerdo a dichas variables.

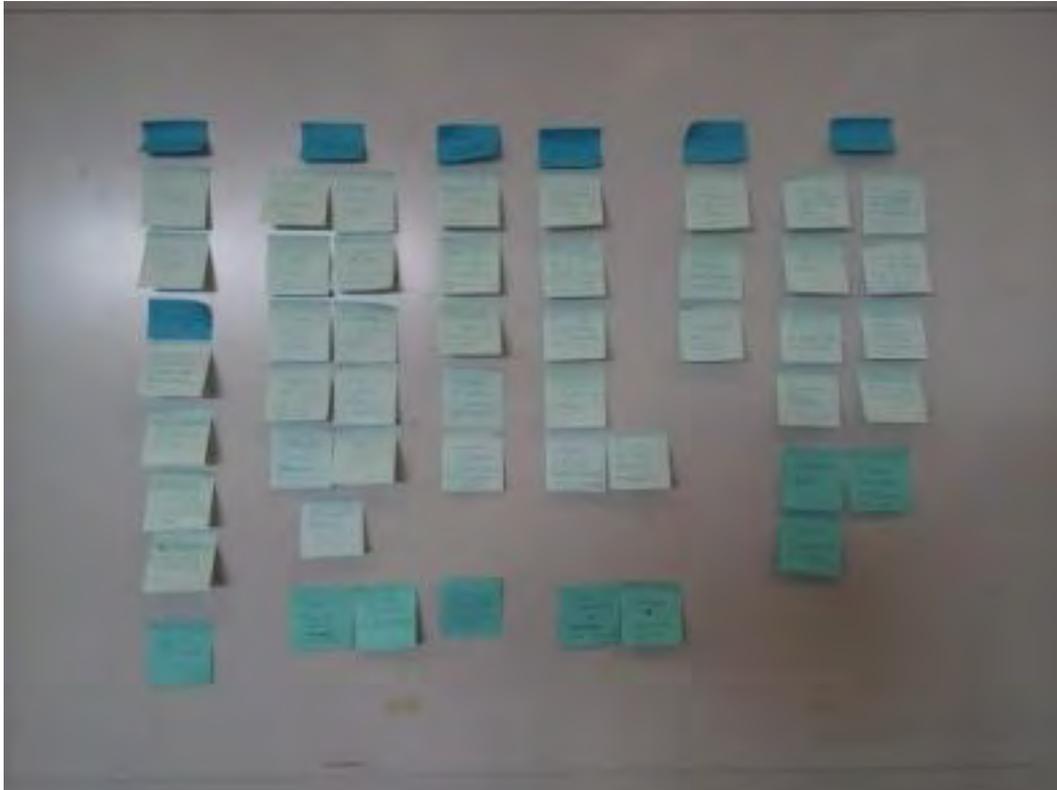
## **4.5. Estudio de validación**

Para realizar el análisis de datos obtenidos en este estudio cuantitativo se realizó un diagrama de afinidad con los comentarios y opiniones más resaltantes dichas por los participantes por separado para luego identificar las más relevantes de la muestra en conjunto. Se tomó nota de las observaciones del entorno durante cada entrevista y también se colocaron en el diagrama de afinidad.

# **5. Resultados y discusión**

## **5.1. Focus Group**

Para el análisis de este estudio se realizó un diagrama de afinidad, lo cual permitió identificar las expresiones más relevantes expuestas por los participantes. Estos resultados fueron divididos en función al enfoque de las respuestas en siete categorías: Sensaciones, inconvenientes, ubicación, medio/destino, motivación inicial, consecuencias positivas e incentivos. (ver figura 5)



*Figura 5 Diagrama de afinidad*

El primer grupo de resultados estaba relacionado a las sensaciones de los participantes al ver imágenes de desperdicios. Entre las respuestas predominan sensaciones negativas tales como mal olor y asco, puesto que la idea de “basura” está directamente relacionada a putrefacción y suciedad.

Por otro lado, se seleccionaron los principales inconvenientes identificados como factores externos que suscitan fastidio hacia las personas que persiguen un interés por el cuidado del medio ambiente. Esto abarca desde el derroche de materiales por parte de las industrias de consumo, quienes muchas veces no toman en cuenta el trabajo extra que requiere el separar los diversos materiales de los cuales están compuestos los empaques o productos. Luego está el desinterés de gran parte de la población por mantener un orden en el proceso de segregación, quienes no respetan el uso correcto de los contenedores existentes de clasificación de residuos principalmente causado por la falta de información. Finalmente, el desinterés de las autoridades por promover hábitos sostenibles en la población y gestionar un correcto recojo y tratamiento de estos materiales también fueron identificados como trabas por parte de los participantes.

La siguiente categoría de respuestas está centrada en la ubicación de las diversas áreas destinadas a los residuos sólidos. La mayoría de participantes suelen ubicar el depósito de residuos orgánicos al costado del lavadero, pues resulta más práctico al momento de cocinar o desechar restos de comida que quedan en los platos. Sin embargo, debido a que no existe ninguna entidad encargada de aprovechar estos residuos, los terminan desechando junto con los residuos generales. El resto de participantes colocan directamente los residuos orgánicos en la

misma bolsa de residuos generales ubicada generalmente en el área de la cocina o cerca de ella, la cual intercambian diaria o interdiariamente. El resto de residuos como plástico, cartones, latas y vidrios suelen estar ubicados fuera del área de tránsito, ya sea debajo de los aparadores en el área de la cocina o fuera de este.

La siguiente categoría es la de medio de recojo y destino de los residuos reciclables. Tres de los participantes indicaron que el recojo es realizado por agentes informales, quienes se encargan de vender a comercializadoras de plástico y cartón. Una de las participantes detalló que estos residuos se los entregaba a un vecino que posteriormente vende estos materiales y afirmó que este acto le hace sentir bien ya que sabe que está beneficiando a otra persona y va a ser reciclado correctamente. La frecuencia habitual en la que los participantes entregan estos residuos es de una semana. Por otro lado, otro participante detalló que la municipalidad del distrito de Jesús María les habría brindado contenedores de aproximadamente 30 x 60 cm y un agente se encargaba de recoger los residuos vivienda por vivienda semanalmente. Otro comentario interesante expresado por uno de los participantes es que las tapas de las botellas de plástico las recolectaban para posteriormente donarlos al hospital del niño. Estas respuestas evidencian que hay un desnivel entre los servicios de recojo en los distintos distritos de Lima y en no todos los casos se toma la debida importancia al aspecto, dejando un vacío para el aprovechamiento del sector informal. Sin embargo, generar un bien social es un gran incentivo para reciclar los residuos.

Por otro lado, en la categoría de motivación inicial se puede observar que la promoción del reciclaje en la etapa escolar es un factor común entre todos los participantes, lo cual fue la razón principal de que se iniciaran en el hábito de reciclaje. Además, en algunos distritos como Surco, en donde existe el incentivo a través de afiches informativos y en Jesús María, en donde la municipalidad repartió contenedores a un sector de la población. Estas iniciativas trajeron consigo la consecuencia de que los mismos participantes actuaron como agentes de difusión en su entorno, empezando por el hogar. Estos comentarios se colocaron en la categoría de consecuencias positivas.

Por último, dentro de los comentarios colocados en la categoría de incentivos se puede observar una gran motivación social. Claramente se consideran los incentivos como un factor importante para promover el reciclaje. Sin embargo, más allá de recompensas materiales o monetarias, a los participantes les reconforta saber que los residuos producidos por ellos brindan beneficios a otras personas y que luego van a ser tratados adecuadamente por una entidad. Por otro lado, otro incentivo identificado es la información, es decir, el saber por qué reciclar. Si existe un sistema encargado de informar correctamente a los generadores de residuos sobre la importancia del reciclaje, la correcta clasificación de residuos, el tratamiento y la disposición final de los materiales, haría la tarea más fácil y motivadora.

Gracias a los resultados obtenidos de este estudio se concretaron los requerimientos de diseño para la primera propuesta del sistema de segregación. (Ver figura 6) En este sentido, se planteó realizar el producto abarcando los principales tipos de residuos que se generan en casa: Orgánicos, plásticos, papeles, vidrios y latas y residuos generales.



Figura 6: Exigencias de diseño

## 5.2. Cuantificación de residuos sólidos

Para el análisis de este estudio, las muestras recolectadas de los hogares de las cuatro familias voluntarias se pesaron y midieron. Los datos obtenidos se pueden observar en la siguiente tabla:

	Orgánicos		Plásticos		Papel/cartón	
	gr	cm <sup>3</sup>	gr	cm <sup>3</sup>	gr	cm <sup>3</sup>
muestra 1	1355	2970	140	5040	150	7800
muestra 2	794	3648	-	-	193	6950
muestra 3	1280	6840	138	7920	238	6000
muestra 4	950	4390	120	5000	140	3200
promedio p/c	208.5	8499	25.2	1056.5	42.4	1140.5

Tabla 1: Volumen y peso de residuos sólidos

En base a las cifras obtenidas se promediaron los valores totales entre la cantidad de personas que participaron en el estudio, siendo un total de 21 personas de los cuatro hogares visitados. De esta manera se obtuvieron valores aproximados a la producción per cápita de la muestra. Estos valores permitieron definir el tamaño mínimo que debían tener los contenedores a diseñar. El tamaño mínimo aproximado indicado es de 23800 centímetros cúbicos y se procedió a aproximarlo a un volumen equivalente a 20 lt.

### **5.3. Encuesta virtual**

El siguiente estudio permitió obtener datos cualitativos con respecto a los hábitos de reciclaje de personas residentes en Lima metropolitana. La cantidad de encuestados fueron un total de 82 personas de un rango de edad de entre 17 y 53 años. Los datos son representativos de 11 distritos de Lima (ver figura 2), de los cuales solo 7 de ellos cuentan con un servicio de recolección segregada. Estos son Jesús María, Pueblo Libre, Miraflores, La Molina, El Rímac, Cercado de Lima, San Isidro, San Borja y Surco. El 43.9% de la muestra cuenta con hábitos de segregación y solo el 31.7 % cuenta con un servicio de recojo segregado de residuos. Es decir, el 12.3% de la muestra realiza el trabajo de segregar sus residuos domésticos a pesar de no haber una entidad encargada de recogerlos de manera segregada. Sin embargo, dentro del 31.7% de personas que sí cuentan con este servicio, el 22% no tiene el hábito de clasificar sus residuos. El motivo que indicaron en su totalidad es el hecho de no contar con espacio para tantas bolsas.

Por otro lado, las razones principales por las cuales el 56.1% de los encuestados no clasifica sus residuos domiciliarios son las siguientes. El 69,6% de los encuestados indicaron que el factor principal por el cual no cuentan con el hábito de segregar sus residuos domiciliarios es el no contar con un servicio de recojo segregado. La segunda respuesta más frecuente fue la falta de espacio para tantas bolsas con un 50% y en tercer lugar está el desconocimiento de la forma de hacerlo con un 23,9%. Solo el 2,2% de la muestra respondió que no tiene conocimiento sobre las ventajas para el futuro que conlleva tener este hábito.

Por último, el 97,6% considera necesario que la clasificación de residuos se haga desde casa. Sin embargo, esto no se ve reflejado en el porcentaje de personas que sí cuentan con este hábito.

### **5.4. Contextual enquiry**

Los resultados de este estudio permitieron identificar comunes denominadores en cuanto a la distribución de los espacios destinados a los residuos domésticos de personas con hábitos de segregación en cocinas de departamentos de Lima moderna. Se identificó que el 85% de la muestra vierte los residuos orgánicos en un balde pequeño o un rack con una bolsa plástica ubicada junto al lavadero. Así mismo, se identificó que el 90% de la muestra coloca los residuos generales en un basurero de tamaño mediano ubicado generalmente en el suelo. Sin embargo, ninguna vivienda contaba con un contenedor específico para residuos reciclables como plástico y papeles. Estos residuos son generalmente almacenados en una bolsa o simplemente colocados en el suelo o repisas de manera aleatoria hasta el momento de su recolección. (Ver figura 7)



Figura 7: Análisis de contexto

## 5.5. Desarrollo de primera propuesta

La primera propuesta se desarrolló bajo los requerimientos ya mencionados y consta de 5 contenedores modulares para residuos generales, plásticos, papeles y cartones, vidrios y orgánicos. Con la finalidad de poder aprovechar la mayor parte de los desechos generados domésticamente incluyendo los residuos orgánicos, el contenedor destinado a estos se planteó bajo la técnica del Bokashi. Es por este motivo que el contenedor de residuos orgánicos cuenta con una tapa hermética debido a que es necesario un proceso anaeróbico para este proceso. En cuanto al aspecto estético, se buscó un lenguaje visual sencillo y neutral con el objetivo de mantener un aspecto adaptable a la estética de cualquier cocina. (ver figura 8 y 9)



Figura 8 Planteamiento gráfico de primera propuesta Enkei



Figura 9: Maqueta 1:1 con ligeras modificaciones de primera propuesta en contexto

## 5.6. Estudio de validación

Mediante este estudio de validación se pudieron identificar algunos inconvenientes con respecto a las dimensiones que ocupaban los módulos y el enfoque del sistema perse. En primer lugar, al inicio de cada visita se explicó el concepto, enfoque del producto y el proceso de la técnica de fermentación bokashi. Con respecto a eso, se recibió la sugerencia de que el producto tenga un complemento gráfico, el cual podía ser una infografía o un manual gráfico que explique de manera sencilla y gráfica el uso correcto del procesador de residuos orgánicos y el proceso por el cual pasan los residuos que se aprovechan. En segundo lugar, al momento de validar el uso del producto los participantes indicaron que no les gustaría mantener tanto contacto con los residuos ya que es incómodo tener que sujetar la prensa, la cual está en constante contacto directo con los residuos y podría estar manchado. En segundo lugar, la totalidad de participantes expresaron que los módulos ocupan demasiado espacio e incluso más del que ya disponen actualmente para clasificar sus residuos. (Ver figura 10)

Por otro lado, los participantes mostraron comentarios positivos frente a la idea de aprovechar los residuos orgánicos siempre y cuando este proceso les tome poco tiempo y que el servicio ligado a este debería ser gratuito. Se validó la propuesta ligada a un servicio de recolección puesto que es necesario que alguna entidad se encargue de retirar los desechos.

En este sentido, se obtuvieron sugerencias con respecto al procesamiento, e indicaron que les resulta complicado el hecho de tener que estar pendiente de cuando drenar el líquido (bokashi tea). A nivel formal y estético se obtuvieron comentarios positivos de parte de los participantes y resaltaron comentarios como “haría ver mi cocina más bonita” o “se ve elegante”.

Luego de realizar la validación de la propuesta se replantearon varios aspectos del sistema. En primer lugar, se optó por descartar la propuesta de 5 contenedores puesto que los beneficios para el usuario no eran los suficientes. A pesar de brindar orden al tener contenedores definidos para cada tipo de residuo, ocupaban más espacio del deseado. Además, se identificó que la cantidad de residuos plásticos y papeles es muy variable entre distintos hogares. Además, en 3 de los 4 hogares a los que se visitó nunca o rara vez tenían residuos de vidrio o latas. Por ende, se concluyó que diseñar módulos estandarizados destinados a cada tipo de residuo no resultaba una solución adecuada para este contexto. Por estos motivos se decidió enfocar el proyecto solamente en los residuos que se generan en la cocina, es decir, en los residuos orgánicos y generales.



Figura 10 Estudio de validación

## 5.7. Desarrollo de propuesta final

Luego de evaluar los nuevos requerimientos de diseño se optó por el desarrollo de un procesador de residuos orgánicos, acompañado de un contenedor de residuos generales puesto que son indispensables en cualquier hogar con hábitos de segregación. Se mantuvo el enfoque siguiendo la técnica del bokashi para fermentar los residuos, buscando en mayor medida un menor contacto con los restos de comida. Además, se mantuvo la misma estética sencilla y neutral de la propuesta anterior.

Mediante los estudios realizados se identificó como un común denominador la ubicación del contenedor de residuos generales en un espacio libre en el suelo de la cocina, en donde también se terminan desechando residuos orgánicos. En consecuencia, se desarrolló el sistema de manera vertical, siendo el contenedor de generales ubicado en la parte inferior y el contenedor de residuos orgánicos en la parte superior. Ambos contenedores son módulos separados para una mayor comodidad al momento de mover o limpiar, pero formando una unidad al estar en uso. Esta

configuración permite distribuir de manera adecuada ambos tipos de residuos sin ocupar mayor espacio del que ya disponen la mayoría de personas para dichos residuos. (Ver figura 11)



Figura 11: Propuesta final

El contenedor de residuos generales cuenta con un mecanismo de palanca para abrir la tapa, el cual sería accionado al pisar el pedal que impulsa la puerta hacia adelante con una apertura máxima de 25°. Este mecanismo está conectado internamente a la estructura encargada de contener el bastidor, el cual sirve para colocar y retirar una bolsa de basura de tamaño mediano con facilidad. Así mismo, la puerta puede ser desprendida del mecanismo para tener un acceso completo a la bolsa de residuos y así pueda ser retirada sin complicaciones. (ver figura 12)





Figura 12: Contenedor de residuos generales

La parte del sistema destinada a los residuos orgánicos consta de cinco partes principales: (ver figura 13)

- Contenedor externo: Ubicado sobre el contenedor de residuos generales, internamente cuenta con nervaduras, las cuales sirven para estructurar y para albergar el contenedor interno.
- Contenedor interno: va ubicado dentro del contenedor externo. En este se verterán los desechos orgánicos diariamente. Internamente cuenta con un escurridor que es colocado al fondo, lo cual permite que los líquidos de los residuos drenen hacia el contenedor de líquidos residuales.
- Contenedor de líquidos residuales: Almacena los líquidos residuales de la materia orgánica los cuales podrán ser retirados para ser utilizados como nutrientes.
- Atomizador: Consta de un mecanismo atomizador el cual al ser activado mediante el botón dispersa líquido de microorganismos sobre los orgánicos almacenados. (ver figura 14)
- Tapa hermética: Cuenta con un seguro para un cierre hermético y jebe en los bordes de la tapa.
- Prensa fuelle: Mecanismo de fuelle que permite prensar el contenido sin necesidad de entrar en contacto con la materia orgánica.



Figura 13: Vista explosiva de contenedor de residuos orgánicos



Figura 14: Mecanismo atomizador

Este producto busca ser una nueva tipología de contenedores con gran valor estético y funcional. En este sentido, mediante estas características se busca dar un nuevo significado a la “basura”. Reemplazando esa connotación otorgada a la “basura” como algo negativo que debe permanecer oculto y ser desechado lo más antes posible por el concepto de “residuo” con gran valor tanto para el ser humano como para el medio ambiente, lo cual sería reflejado en el objeto que lo contiene.

## 6. Conclusiones

En este documento se ha presentado el proceso de diseño de Enkei, un sistema de clasificación y procesamiento de residuos orgánicos y generales. Se tomó como punto de partida una problemática fundamental en la ciudad de Lima: El manejo y procesamiento de residuos sólidos, de los cuales más del 50% es materia orgánica que en estado de putrefacción son un foco de plagas y enfermedades respiratorias y gastrointestinales. Además, son una gran fuente de emisiones de metano en la atmósfera, el cual es un gas de efecto invernadero que contribuye en un 18% al calentamiento global. Con la finalidad de buscar una solución a esta problemática se realizó un análisis de las medidas que se están tomando a nivel nacional e internacional siguiendo la línea de economía circular, así como también se realizó una investigación secundaria de productos existentes en el mercado que procesan o almacenan residuos orgánicos. Por consiguiente, se identificó el principio de la técnica de fermentación de residuos orgánicos llamada Bokashi, como una herramienta potencial para el manejo responsable de los residuos orgánicos en la ciudad de Lima debido a su baja complejidad en comparación a métodos tradicionales como el compostaje. Esta técnica permite procesar materia vegetal y animal de manera controlada para ser posteriormente aprovechado como abono y al requerir condiciones herméticas, permite ser realizado en espacios interiores. Además, se tomaron como referencia los conceptos Diseño Para el Cambio de Comportamiento y el Diseño de la Cuna a la Cuna ya que están alineados a los objetivos que busca alcanzar este proyecto.

Bajo esta premisa se planteó inicialmente el diseño de un módulo doméstico de segregación de residuos orgánicos y los subgrupos de residuos inorgánicos. Sin embargo, luego de realizar estudios de investigación cualitativa y cuantitativa, seguido de un estudio de validación, se optó por enfocarse solo en los residuos generados en la cocina, es decir, los residuos orgánicos y generales. Es así cómo se llegó a la propuesta final de Enkei, una nueva tipología de contenedores con gran valor estético y funcional. Reflejando en sus características la intención de transgredir el concepto negativo de la “basura” por el de “residuo” con gran valor tanto para el ser humano como para el medio ambiente.

## 7. Limitaciones y trabajo a futuro

En primer lugar, al contar con un proceso de fermentación desconocido para los usuarios, el producto requiere un mayor trabajo de indicaciones gráficas, por lo cual se requiere la realización de un manual que explique a detalle el proceso que debe realizar el usuario para un proceso de adaptación más sencillo. Asimismo, el resultado final del producto pasó por distintos cambios los cuales no pudieron ser validados en su totalidad. Por lo tanto, es posible que aún se requiera realizar cambios para una mejor funcionalidad.

Por otro lado, como trabajo a futuro dentro de una visión a largo plazo se plantea necesario calcular los índices de rentabilidad del producto en relación al servicio complementario y así lograr una

solución factible comercialmente.

## 8. Agradecimientos

Agradezco a todas las personas que contribuyeron con esta investigación. A los profesores a cargo del curso Diseño de Productos 4, Fernando Pérez y Renato Loaiza, por brindar una asesoría constante durante todo el proceso. También agradezco a las personas que participaron voluntariamente en los estudios realizados por la valiosa información brindada. Finalmente, agradezco a mi familia y amigos por brindarme apoyo y opiniones con respecto a las mejoras que podía realizar.

## 9. Bibliografía

1. Programa NAMA de Residuos Sólidos – Perú (2013) Informe: Diagnóstico de los Residuos Sólidos en el Perú
2. Aminah, S., Muttalib, A., Norkhadijah, S., Ismail, S., & Praveena, S. M. (2016). a. Application of Effective Microorganism ( EM ) in Food Waste Composting : A review. *Asia Pacific Environmental and Occupational Health Journal Published Online*, 2(2), 37–47. <https://doi.org/10.1023/A:1022977709811>
3. Bless, Katherine. (2019). Albina Ruiz: Este año se inaugurarán 5 rellenos sanitarios y se construirán 7 más - SPDA Actualidad Ambiental : SPDA Actualidad Ambiental. *Actualidad Ambiental*. Retrieved from <http://www.actualidadambiental.pe/?p=53958>
4. CEPIS/CONAMI, & IOPS. (2004). *GUÍA TÉCNICA PARA LA CLAUSURA Y CONVERSIÓN DE BOTADEROS DE RESIDUOS SÓLIDOS*.
5. Cooper, T., Coggins, C., Davies, A., Davis, J., Hanna, J., & Moore, A. (1994). BEYOND The longer life option The longer life option. *Vine*, (November).
6. Duran, M. (2011) La gestión de los residuos sólidos en los países en desarrollo: ¿cómo obtener beneficios de las dificultades actuales?
7. El Comercio. (2016). *Un desperdicio de basura*. Recuperado de <http://www.actualidadambiental.pe/wp-content/uploads/2016/02/El-Comercio-13-02-2016-pp-10.pdf>
8. Freitag, D. G. (2000). *The Use of Effective Microorganisms (EM) in Organic Waste Management The Use of EM at Skywalker Ranch: A Case Study of Sustainable Farming and Composting*.
9. Opinión | Retos y oportunidades del compostaje en el Perú - SPDA Actualidad Ambiental : SPDA Actualidad Ambiental. (2019). Retrieved May 26, 2019, from Actualidad Ambiental website: <http://www.actualidadambiental.pe/?p=53946>

10. RPP (2018) La ciudad y la basura. Extraído de: <https://rpp.pe/lima/actualidad/laciudad-y-la-basura-lima-retrocede-en-la-lucha-por-controlar-sus-residuos-solidosnoticia-1114285>
11. Stahel, W. R. (2015). The circular economy. *Sustainable Economics: Context, Challenges and Opportunities for the 21st-Century Practitioner*, (March 2016), 240–278.
12. Tendencias en la gestión de los residuos – ESDA | Estudio de Desempeño Ambiental. (2016). Recuperado 10 de octubre de 2020, de <http://www.minam.gob.pe/esda/7-1-tendencias-en-la-gestion-de-los-residuos/>
13. McDonough, W., & Braungart, M. (2002). De la cuna a la cuna: Rehaciendo la forma en que hacemos las cosas. *Nueva York, North Point Press*, p. 186.
14. Ministerio del Ambiente. *Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024*. , (2016).
15. Municipalidad de Lima. (2019, abril 22). ALCALDE INAUGURÓ PRIMERA PLANTA DE COMPOSTAJE. Recuperado 11 de octubre de 2020, de <http://www.munlima.gob.pe/noticias/item/37891-alcalde-inauguro-primera-planta-de-compostaje>
16. Niedderer, K. (2014). Creating sustainable innovation through design for behaviour change: full project report. Recuperado de [www.behaviourchange.eu](http://www.behaviourchange.eu)
17. Nordic Council of Ministers. (2016). *INICIATIVA DE LA ASOCIACIÓN DE PAÍSES NÓRDICOS: PROGRAMA DE PREPARACIÓN DE NAMA RESIDUOS SÓLIDOS EN PERÚ*.
18. Vida, D. E., Callao, B., Carmen, C., Legua-Reynoso, L., Perla, L., Punta, L., ... Del a. Triunfo, M. (n.d.). *ENCUESTA LIMA CÓMO VAMOS: IX INFORME DE PERCEPCIÓN SOBRE CALIDAD ÁREAS INTERDISTRITALES DE LIMA METROPOLITANA Y CALLAO CALLAO* Extraído de: <http://www.limacomovamos.org/cm/wpcontent/uploads/2018/12/EncuestaLimaComoVamos2018.pdf>

## 10. Anexos

### Anexo 1

#### Encuesta virtual - Segregación de residuos

Hola! La siguiente encuesta es completamente anónima y tiene como finalidad conocer los hábitos de segregación de desechos sólidos de personas en Lima metropolitana. Los datos obtenidos serán utilizados con fines académicos. Muchas gracias.

#### Sección 1

- Edad:
- ¿En qué distrito vives?

#### Sección 2

1. ¿existe un servicio de recolección segregada en donde vives?

- Si
- No

2. ¿Sueles clasificar tus residuos en casa?

- Si
- No

3. Si tu respuesta anterior fue no ¿Que te impide hacerlo? (opción

múltiple) o Falta de espacio para tantas bolsas

- Desconocimiento de la forma de hacerlo
- Desconocimiento de las ventajas para el futuro
- No cuento con un servicio de recojo segregado de residuos

4. ¿Cómo calificarías la gestión de residuos de tu distrito?

Excelente

Bueno

Regular

Malo

5. ¿Consideras que los municipios deberían plantear sistema de clasificación de residuos de manera urgente?

Sí, es urgente

Puede esperar  
 No es necesario

6. ¿consideras necesario que la clasificación de residuos se haga desde casa? o Si

no

7. ¿Compraría un módulo que permita clasificar de manera adecuada y optimizar el espacio que ocupa tu basura?

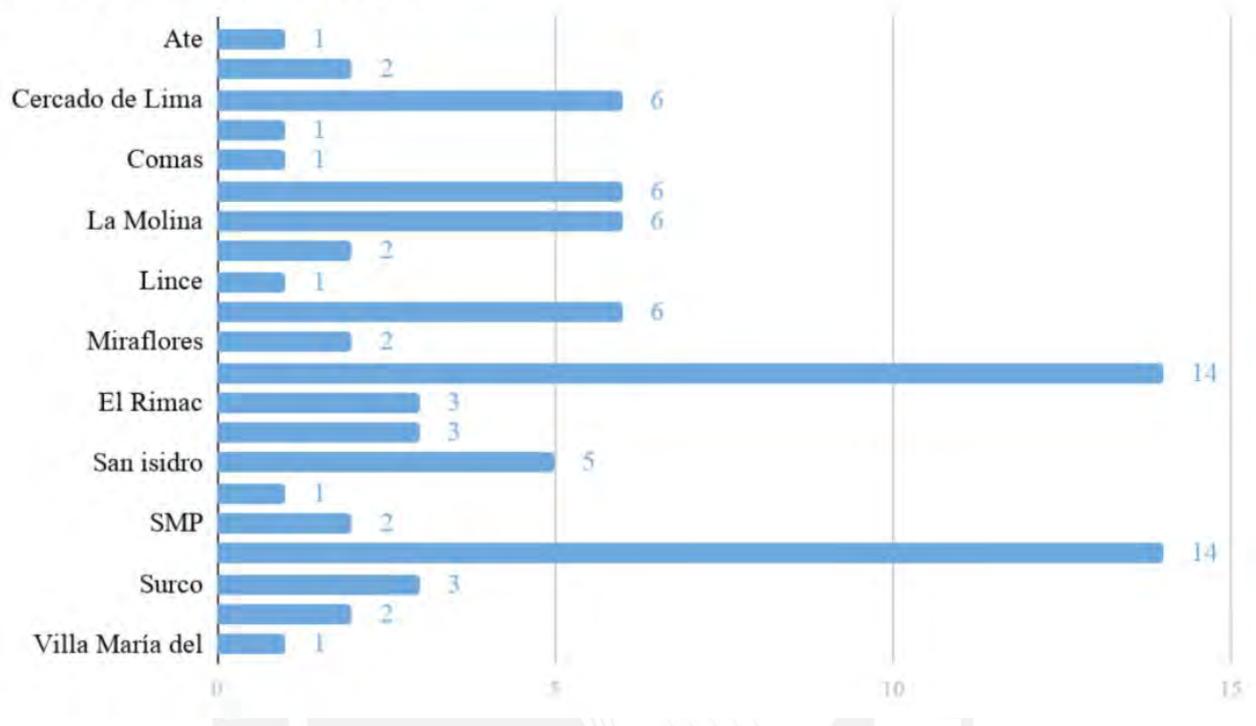
Si

no

## Anexo 2

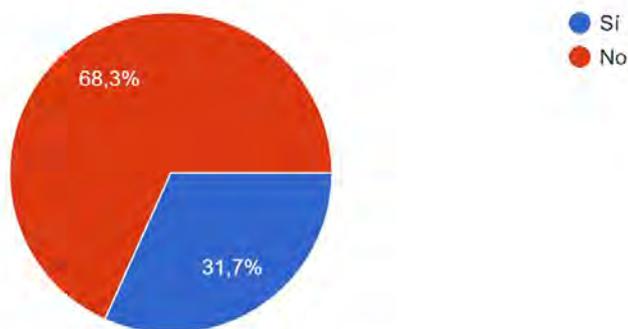
### Resultados de encuesta

#### Cantidad de encuestados por distrito



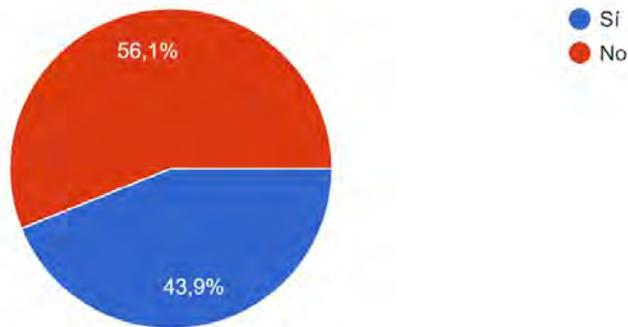
¿existe un servicio de recolección segregada en donde vives?

82 respuestas



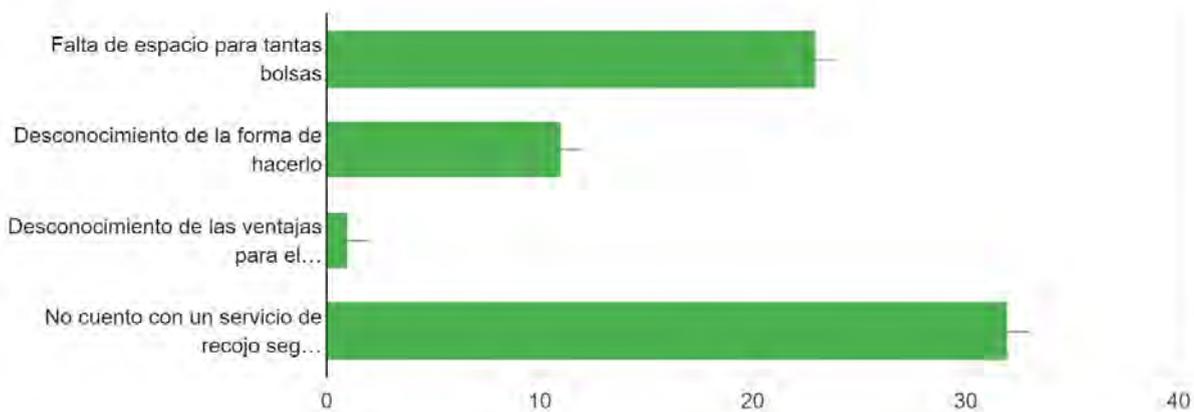
### ¿Sueles clasificar tus residuos en casa?

82 respuestas



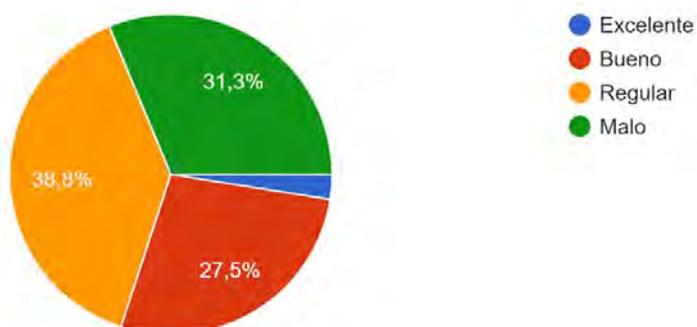
### Si tu respuesta anterior fue no ¿Que te impide hacerlo? (opción múltiple)

46 respuestas



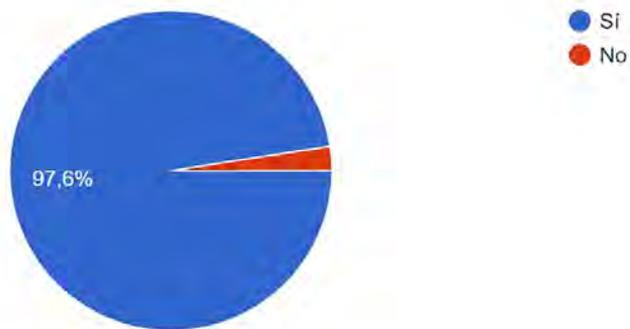
### ¿Cómo calificarías la gestión de residuos de tu distrito?

80 respuestas



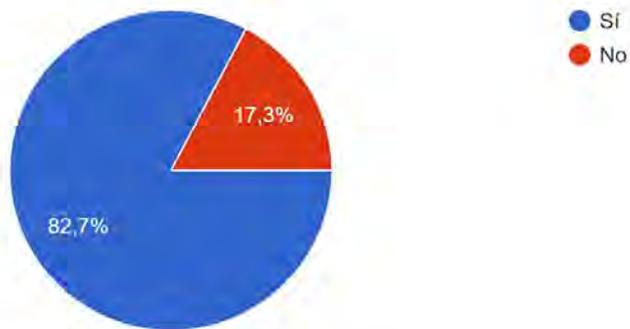
¿consideras necesario que la clasificación de residuos se haga desde casa?

82 respuestas



¿Comprarias un módulo que permita clasificar de manera adecuada y optimizar el espacio que ocupa tu basura?

81 respuestas



MCMXVII

## Anexo 3

### Contextual enquiry - Análisis de resultados

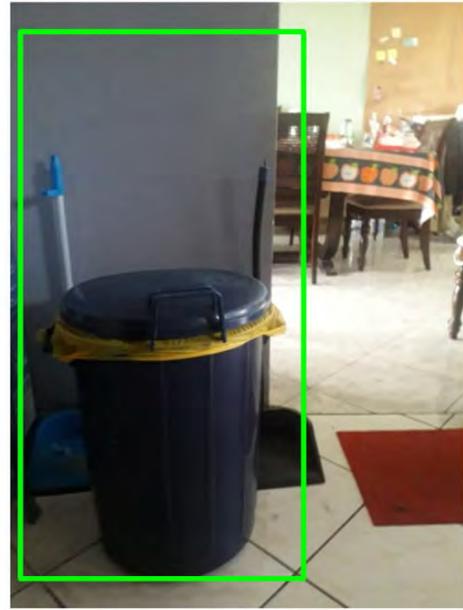
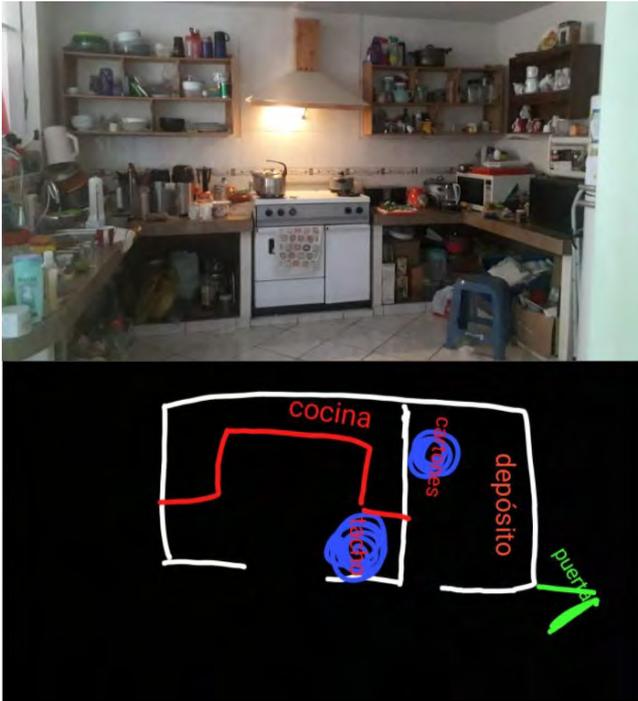
1)



2)



3)



4)



5)



6)



7)



8)



9)



10)



11)



12)



13)

