

S U S T E N T A V E R M I

Vermicompostera con internet
de las cosas para el hogar

Memoria para optar al título de Diseñadora Industrial

Camila Valeska Martín Canales

Profesora Guía: Lorna Lares

Este documento fué impreso en papel reciclado
e impreso con una tipografía que utiliza 30% menos de tinta.

S U S T E N T A V E R M I

Este proyecto se llevó a cabo en colaboración con Matías Zamora
estudiante de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ciencias Físicas y
Matemáticas ,de la Universidad de Chile

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO
UNIVERSIDAD DE CHILE  **fau**

Apoyado por
 **BEAUCHEF
PROYECTA**
PROYECTOS MULTIDISCIPLINARIOS

ÍNDICE

00

Tabla de Contenidos
Resumen
Agradecimientos
Introducción

01

Capítulo 1: Presentación del caso
1.1 Problemática
1.2 Justificación y motivación de intervención de diseño
1.3 Objetivos de el Proyecto
1.4 Ejes centrales de el proyecto
1.5 Alcances y limitaciones

02

Capítulo 2: Antecedentes
2.1 Agricultura urbana y gestión de residuos orgánicos
2.1.1 Reciclaje orgánico
2.1.2 Proceso de vermicompostaje
2.1.3 Proceso referencial
2.2 Diseño positivo como estrategia metodológica para la medición de la experiencia
2.2.1 Estrategia de diseño positivo como guía metodológica
2.2.2 Diseñando personalidades para el producto
2.2.2.1 Personalidad del producto en interacción
2.3 Internet de las cosas aplicado al proceso de vermicompostaje
2.3.1 Sistema de reciclaje orgánico con Internet de las cosas
2.3. Arquitectura del Internet de las cosas
2.4 Estado del arte
2.4.1 Vermicomposteras
2.4.2 Aplicaciones e interfaz móvil

03

Capítulo 3: Metodología
3.1 Marco metodológico
3.2 Validación de resultados

04

Capítulo 4: Usuario y contexto
4.1 El usuario de estudio
4.1.1 Kit a usuarios
4.1.2 Resultados Kit
4.2 Estudio del contexto
4.2.1 Estudio del contexto cocina
4.3 Factores ergonómicos

05

Capítulo 5: Descripción del proyecto
5.1 Diseño del sistema
5.1.1 Trabajo Muntidisciplinario: Beauchef Proyecta
5.1.2 Etapa conceptual del proyecto
5.1.3 Requerimientos específicos de diseño

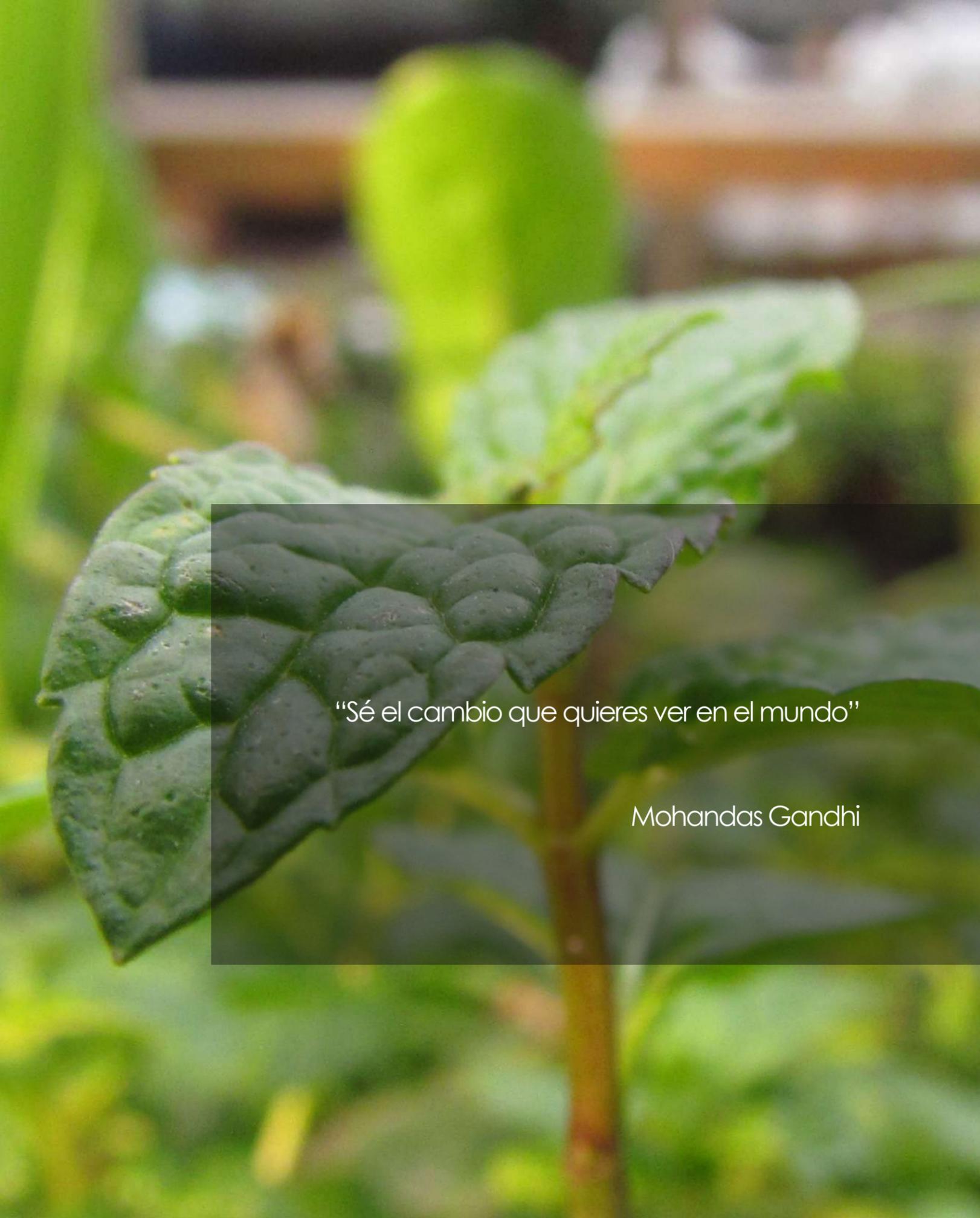
06

Capítulo 6: Desarrollo del proyecto: Sustenta Vermi
6.1 Metodología multidisciplinaria y proceso exploratorio
6.2 Construcción Vermi 1
6.3 Proceso experimental: Vermi
6.3.1 Sketching de propuesta final
6.3.2 Prototipaje inicial
6.3.3 Prototipaje final
6.4 Construcción prototipo funcional final
6.5 Construcción prototipo visual final
6.6 Producto final
6.6.1 Hardware
6.6.2 Proceso productivo
6.6.3 Costos
6.7 Proceso exploratorio: App
6.7.1 Arquitectura de la información
6.7.2 Diseño de Interfaz
6.7.3 Producto final App Sustenta Vermi

07

Capítulo 7: Resultados y conclusiones
7.1 Testeo con usuarios mediante estrategia de diseño positivo

Conclusiones
Proyecciones
Bibliografía
Anexos



“Sé el cambio que quieres ver en el mundo”

Mohandas Gandhi

RESUMEN

Sustenta Vermi es un artefacto con internet de las cosas el cual tiene como principal misión mejorar la experiencia que tienen las personas al relacionarse con el proceso de vermicompostaje. Este proyecto aborda el diseño de un sistema contextualizado en un escenario urbano al interior del uso doméstico. Mediante la implementación de herramientas de diseño positivo y la integración del Internet de las cosas (Iot) con el artefacto, se busca potenciar la agricultura urbana, con la motivación de generar un vínculo entre el usuario y el reciclaje orgánico. El diseño abarcado, se enfoca en maximizar las emociones positivas de los usuarios al relacionarse con un artefacto que implementa sensores de humedad y temperatura para monitorear el proceso, como el uso de una aplicación móvil que asegure una efectiva comunicación con la persona. Además se desarrolla el rediseño del modo a operar en cada etapa del proceso y se entrega una plataforma de información educativa que guía al usuario paso a paso.

Palabras claves:

Diseño para la experiencia, diseño positivo, agricultura urbana, vermicompostaje, Internet de las cosas.

Sustenta Vermi is an artefact with Internet of things, that has as a main mission to improve the experience that people have when they interact with the vermicomposting process. This project approach the design of a system contextualized in an urban essenary specifically inside of the domestic use. Throughout the implemantation of positive design methologies and the integration of Internet of things to the process, this project seeks to strengthen the urban agriculture culture, with the motivation of generating a link between the user and organic recycling. The design used, was focused on maximize positive emotions in the users when they relate with an artefact that includes humidity and temperature sensors wich monitor the process, such as the use of a mobile application that ensures effective communication with the user. In addition, the redesign of the way to operate at each stage of the process is developed and an educational information platform is delivered to the users in order to guide them step by step.

Key words:

Positive design, urban agriculture, vermicompost, Internet of things.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, por siempre darme el apoyo necesario para lograr mis objetivos para trabajar en pos de un mundo mejor, más consiente y capaz de crear realidades más positivas.

A mi compañero Anibal por escucharme, ayudarme inmensamente y apoyarme cada vez que lo necesitaba.

A mi profesora guía Lorna por confiar en mí, apoyarme en todo momento y por abrirme la puerta para poder hacer mi proyecto realidad.

A el apoyo de Beauchef Proyecta, el profesor Matías Mattamala y Matías Zamora por ser el complemento que necesitaba, para lograr un proyecto más integral en todos sus aspectos.

Al camino del Yoga por todos los aprendizajes que me ha dejado para afrontar el mundo desde un plano trascendental y sagrado.

Camila Martín Canales

INTRODUCCIÓN



El presente proyecto abarca el diseño de un sistema compuesto por una vermicompostera con internet de las cosas para el departamento, que tiene como principal objetivo promover el reciclaje orgánico a nivel urbano y en espacios reducidos. Mediante la aplicación de nuevas tecnologías y el mejoramiento en el modo de operar de una vermicompostera, se diseña un nuevo tipo de electrodoméstico para el hogar que se conecta a una aplicación móvil que notifica el estado del proceso de vermicompostaje en tiempo real y entrega información educativa.

Para el desarrollo del proyecto se aplicaron diferentes metodologías basadas en el diseño positivo y de personalidad del producto, con la motivación de promover la integración de un nuevo hábito en el día a día de las personas, que tenga un impacto positivo en su estilo de vida.

Este proyecto contó con un alto enfoque tecnológico, y gracias a la colaboración del estudiante de Ingeniería Eléctrica, Matías Zamora se logró la construcción de un prototipo beta conectado a un Mock Up de aplicación móvil que transmite datos en tiempo real del estado de la temperatura y humedad del proceso de vermicompostaje.

En la etapa final se realizó una evaluación emocional con posibles usuarios del producto, obteniendo un resultado positivo, logrando el objetivo inicial que es mejorar la experiencia de vermicompostaje al interior del hogar.



CAPITULO 01

PRESENTACIÓN DEL CASO

1.1 PROBLEMÁTICA

INSUFICIENCIA EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN LA CIUDAD DE SANTIAGO

Las ciudades generan al año aproximadamente 1.3 mil millones de toneladas de desechos sólidos, lo que significa 1,2 kg de desechos producidos por persona. Las proyecciones para el año 2025 esperan que esta cantidad aumente en 2.2 mil millones de toneladas (Hoorweg & Bhada-Tata, 2012a). La producción de desechos está directamente relacionada con la urbanización y el desarrollo económico de los países, ya que a medida que los estándares de vida se elevan, el consumo de bienes y servicios también aumentan. Los desechos son considerados una problemática urbana, debido a que en áreas rurales la producción de desechos tiende a ser mucho más baja por contar con menos recursos económicos y estar alejados de los grandes centros de servicios (Jouhara et al., 2017). Es por tanto que esta investigación focaliza su desarrollo en el contexto urbano, presentándose éste como una oportunidad para implementar una solución a este problema.

Hoy en día, en que la población ha aumentado a 7.5 mil millones de personas y por tanto se produce una mayor cantidad de desechos, que si no son gestionados desde el momento en que pasan a ser considerado como un

residuo, termina generando mayores costos medioambientales y económicos (Hoorweg & Bhada-Tata, 2012b). El 84% de los residuos terminan siendo arrojados en vertederos donde no reciben ningún tipo de tratamiento, o son llevados a rellenos sanitarios donde su control se ve dificultado debido a la baja gestión llevada desde los hogares principalmente por la mezcla provocada entre los residuos orgánicos y los inorgánicos. Dentro de este primer grupo, los residuos provenientes de los alimentos poseen un alto potencial de ser separados y reducidos por ser biodegradables (Urtubia Díaz, 2014). Lo que se debe hacer a un nivel doméstico o comunitario. De todos los tipos de métodos de reciclaje orgánico, el vermicompostaje se presenta como el más eficiente, debido a los beneficios que trae tanto económicamente como ambientalmente (Wei et al., 2017). El vermicompostaje presenta diferentes desafíos en cuanto a su integración en el día a día de los hogares, es por esta razón que el siguiente estudio se enfoca en el mejoramiento del rendimiento y la estabilidad



EN CHILE..

16.9
MILLONES DE
TONELADAS ANUALES

48%
SON RESIDUOS
ORGÁNICOS

Fig. 1: Residuos orgánicos generados en Chile. Elaboración propia

1.2 JUSTIFICACIÓN Y MOTIVACIÓN DE INTERVENCIÓN DE DISEÑO

CARENCIA DE CONOCIMIENTO DE UN SISTEMA DE RECICLAJE ORGÁNICO DE USO DOMÉSTICO

de este método, enfocándose en el uso doméstico. En Chile se producen 16,9 millones de toneladas anuales de desechos. De estos son sometidos a procesos de valorización, entendiendo esto como el "conjunto de acciones asociadas, cuyo objetivo es recuperar un producto, uno o varios de los materiales que lo componen" (CONAMA, 2010) Es así como el 90% de estos desechos terminan siendo eliminados, lo que da cuenta del bajo aprovechamiento de estos materiales. La mayor cantidad de los desechos se producen principalmente en las regiones con mayor número de habitantes, y en el caso de la región Metropolitana que concentra casi el 50% de la población total del país, es la que produce el 43% de los residuos municipales totales (MMA, 2011b) La siguiente investigación pretende ser un aporte y una solución a la precaria gestión de los residuos orgánicos de la ciudad de Santiago, abordando el problema desde la concepción, mediante una experiencia amigable capaz de generar un vínculo comunitario y que tenga como objetivo principal y final, trabajar para la contribución de una ciudad más resiliente a nivel social y medioambiental.

En la actualidad existen acciones y programas que buscan fomentar el reciclaje orgánico en la ciudad; Un ejemplo de ello es el caso de la Municipalidad de la Pintana con el programa de la Dirección de Gestión Ambiental (DIGA) de separación y valorización de residuos de origen vegetal., dónde las personas adheridas al programa deben separar los restos vegetales generados en la preparación de alimentos, para luego ser retirados y llevados a una planta de compostaje manejada por licitación de una empresa (Aránguiz Q, 2013). Otra iniciativa es el Programa "Recicla orgánico" de la Municipalidad de Providencia, que entrega composteras y vermicomposteras, tanto como capacitaciones de uso a los vecinos que se inscriben en su página web.

A pesar de las iniciativas respecto a la gestión de residuos orgánicos en la ciudad de Santiago, el déficit producido por la falta de conocimiento por partes de las personas respecto a la importancia de integrar y recuperar procesos naturales, capaces de transformar la materia orgánica en un nuevo producto que sea un aporte a la reforestación urbana, se presenta como una de las principales problemáticas propias del diseño de un sistema de gestión de residuos vegetales. Este proyecto busca trabajar en pos de un

impacto social y ambiental positivo, que se enfoca en el mejoramiento de la experiencia entre usuario y proceso de vermicompostaje, junto a generar una plataforma informativa de reciclaje orgánico urbano.

Mediante el trabajo colaborativo con el estudiante de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Chile, Matías Zamora, este estudio se centra en la creación de un vínculo que favorezca a el reciclaje orgánico, utilizando como herramientas el Diseño positivo y el "Internet de las cosas" (IoT), con el fin de incentivar a el usuario a adoptar este nuevo hábito a su estilo de vida.



1.3 OBJETIVOS DE EL PROYECTO

Los objetivos del proyecto fueron planteados a partir de una pregunta, en la que convergen todos los temas a considerar según la problemática y el caso presentado.

El principal sustento de este estudio nace a partir de la siguiente interrogante:

¿Cómo se puede mejorar la experiencia del usuario en el proceso de vermicompostaje en el hogar?

Se planteó un objetivo general que despliega los objetivos específicos centrados en otorgar una respuesta a la interrogante.

OBJETIVO GENERAL

Promover la valorización del reciclaje orgánico en departamentos, a través de la implementación de tecnología y optimización de la técnica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Facilitar el proceso de reciclaje orgánico en espacios reducidos.
- 2) Mejorar la experiencia emocional y funcional del usuario frente al vermicompostaje.
- 3) Establecer un canal de comunicación, en tiempo real, entre el proceso de vermicompostaje y el usuario

1.4 EJES CENTRALES DEL PROYECTO

Para el desarrollo del estudio, se tomó como punto de partida la selección de tres temas específicos que fijaron las líneas de investigación, con el objetivo de comprender y construir un discurso capaz de abarcar las aristas primordiales para diseñar un sistema capaz de mejorar la experiencia de vermicompostaje a nivel emocional y funcional, con el fin de causar un impacto positivo en el usuario. Los principales ejes se componen por Agricultura Urbana, Diseño Positivo e Internet de las Cosas. La figura 3 despliega con mayor profundidad los contenidos abarcados en este documento

El proyecto se desarrolló con la ayuda del estudiante de Ingeniería Eléctrica Matías Zamora de la Universidad de Chile, llevándose a cabo y financiándose con el programa Beauchef Proyecta, área de proyectos multidisciplinarios de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la misma universidad. Debido a esto es que el área de Internet de las Cosas se desenvuelve con mayor profundidad desde el área de Matías, el Diseño Positivo desde el área de Diseño especificado e impartido en este documento y el área de Agricultura Urbana se desarrolla en conjunto, uniendo ambas disciplinas para trabajar en pos de objetivos comunes.

1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES

El siguiente estudio presenta como principal alcance la cantidad de componentes del sistema a desarrollar. Los cuales se enfocan principalmente en la fabricación de un artefacto para el proceso de vermicompostaje monitoreado por sensores basados en el internet de las cosas (IoT), y un mockup de aplicación móvil para la entrega de información del estado del proceso.

Se dejan de lado ciertos elementos tales como sensores especializados en pH, considerar un estanque de riego y la programación de la aplicación, debido a la cantidad de tiempo con la que se cuenta para la proyección, fabricación y evaluación del producto.

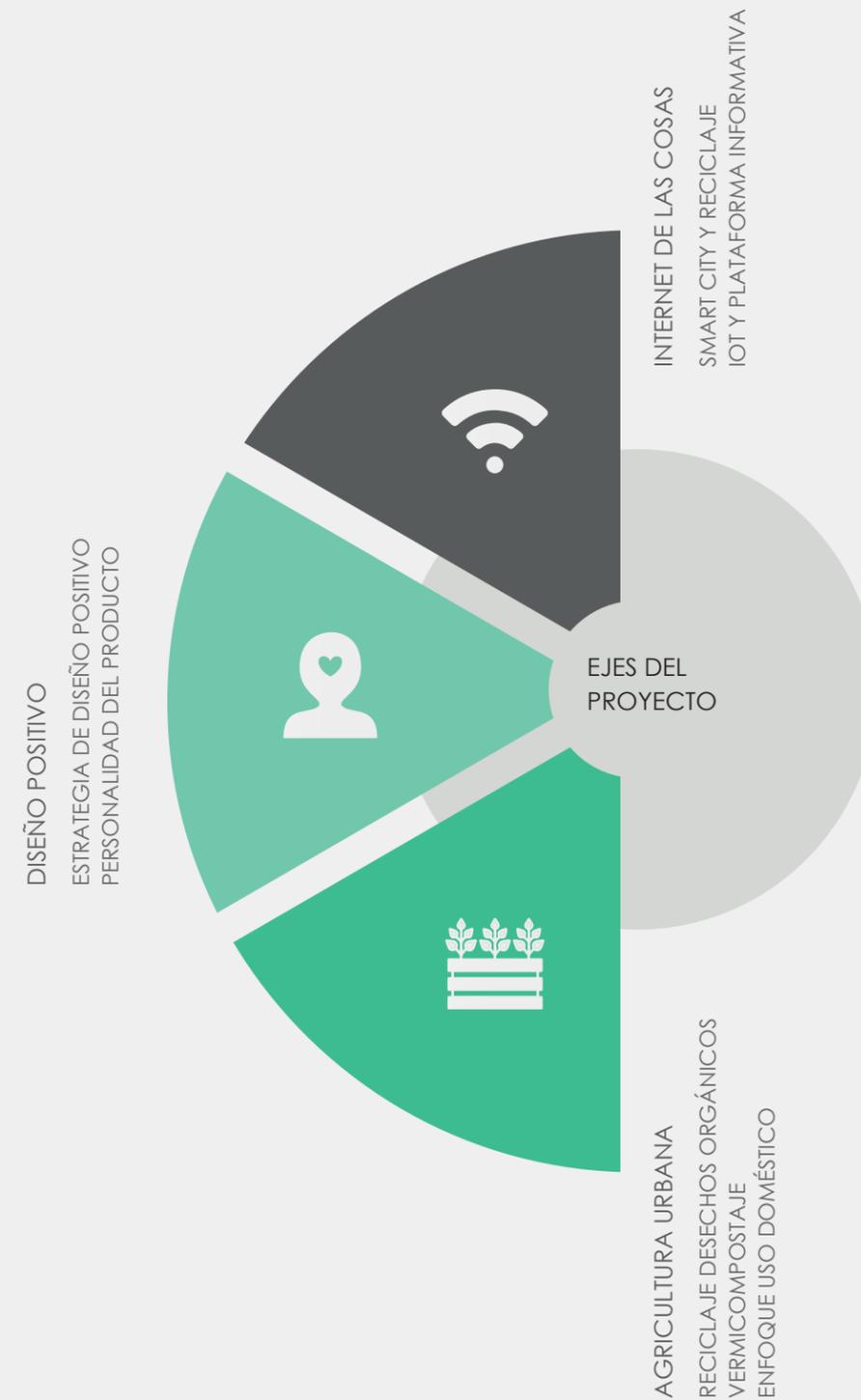


Fig. 2: Ejes de Investigación. Elaboración propia.



CAPITULO 02

ANTECEDENTES

2.1 AGRICULTURA URBANA Y RECICLAJE ORGÁNICO

La agricultura urbana puede ser definida como la técnica pensada en la producción alternativa de productos de autoconsumo al interior de la ciudad, la cual aprovecha los recursos locales disponibles, tales como la basura, el agua y espacios reducidos (ARVOL, 2012). Ésta enfatiza la necesidad e importancia de un compromiso social activo con el paisaje y la jardinería urbana. Su práctica busca enriquecer el desarrollo urbano moderno, para entregar soluciones medioambientalmente efectivas, que generen un flujo sociocultural ecológico, basado en la ciudad (Coles & Costa, 2018).

El alza de la urbanización ha generado y acarreado consigo una serie de problemas ambientales, entre ellos la degradación del suelo. La erosión, la deficiencia de materia orgánica y nutriente, la inefectiva acidificación, la salinización, la compactación y la contaminación química, son parte de la pérdida de suelo que experimenta la ciudad.

El suelo es un recurso no renovable, por lo que su cuidado es esencial para el desarrollo hacia una cultura consciente de la importancia de la naturaleza. El suelo provee de aspectos fundamentales ya que 1) sostiene el 95% de la producción de alimentos, lo que de-

pende directamente de sus nutrientes. 2) Alberga gran parte de la biodiversidad de la Tierra y su preservación colabora en pos de un planeta resiliente 3) Contribuye a la disminución de la emisión de gases de efecto invernadero, mediante el almacenamiento de carbono 4) Es clave para el abastecimiento de agua limpia, ya que captura y filtra el agua (FAO, 2018).

La presente investigación busca desarrollar un sistema que fortalezca la relación entre las personas y procesos enmarcados dentro de la agricultura urbana, específicamente lo que respecta a reciclaje de desechos orgánicos, el cuál produce materia orgánica beneficiosa para el suelo y para el crecimiento de las plantas.

La gran mayoría de los residuos orgánicos domiciliarios termina siendo llevado a vertederos, dónde resulta ser la mayoría de las veces el residuo más peligroso.

Los componentes de los residuos orgánicos de los vertederos son degradados por microorganismos que forman un líquido que crea bacterias, pudrición y contaminantes químicos, tales como gas metano y otros gases de efecto invernadero, tales como dióxido de carbono y óxido de nitrógeno.

El cuidado y cultivo del suelo conlleva una reconexión con la naturaleza y mejora el entendimiento de los sistemas naturales (Samangoei et al., 2016), lo que cobra un sentido fundamental pensado para personas establecidas en las grandes urbes. Uno de los principales objetivos entonces es generar un vínculo significativo en las personas, para lograr un profundo cambio en los estilos de vida y hábitos.

2.1.1 RECICLAJE ORGÁNICO

El reciclaje tiene como objetivo principal la creación de nueva materia, la cual podrá ser usada en un nuevo ciclo. El reciclaje enfocado en los desechos orgánicos consiste en un proceso fisicoquímico en el cual se expone a la materia orgánica ante un tratamiento biológico (Gómez, 1995). En la fig. 4 se despliegan los diferentes tipos de reciclaje orgánico, subdividiéndose primeramente en dos tipos, el reciclaje de residuo orgánico vegetal urbano y el residuo de humano o animal. Esta investigación se centra en los residuos orgánico urbano, específicamente dentro del primer grupo compostaje.

2.1.2 PROCESO DE VERMICOMPOSTAJE

El vermicompostaje es una técnica que logra este proceso mediante la estabilización de condiciones necesarias, que a partir de residuos orgánicos, permite que organismos descomponedores fabriquen un abono de elevada calidad (MARM, 2009). Reciclar desechos orgánicos me-

dante este proceso es entregarle a la tierra un aditivo que contribuye a la mejora química, microbiológica y física del suelo (Sánchez, Ospina, & Montoya, 2017). Esta es una de las principales razones por la que esta investigación, se enfoca en facilitar este proceso al interior del contexto urbano, que se presenta como una gran oportunidad para la recuperación de suelos. El vermicompostaje cuenta con ciertos parámetros fundamentales (tabla 1) a ser tomado en cuenta para obtener un óptimo desarrollo. El tipo de desecho orgánico a utilizar y el tamaño de su partícula, la proporción entre carbono y nitrógeno, el contenido de humedad, la temperatura y la duración del proceso son parte de los principales parámetros abordados en esta investigación.

Tabla 1: Parámetros para el proceso de vermicompostaje. Realizado a partir del texto "Management of urban solid waste" (Jouhara et al., 2017)

PARÁMETRO	PROCESO DE VERMICOMPOSTAJE
Características de la materia orgánica	Desechos orgánicos no aceitosos o muy duros. Desechos sin exceso de alcalinidad
Tamaño de la partícula	Desechos que no superen los 50mm.
Relación Carbono/Nitrógeno	Para un procesos estable relación de 30:1
Contenido de humedad	Se recomienda mantener la mezcla en un 80% de humedad
Tiempo del proceso	Debido a la presencia de lombrices, el tiempo de maduración es menor al el compostaje
Textura	Textura fina (Resultado final)

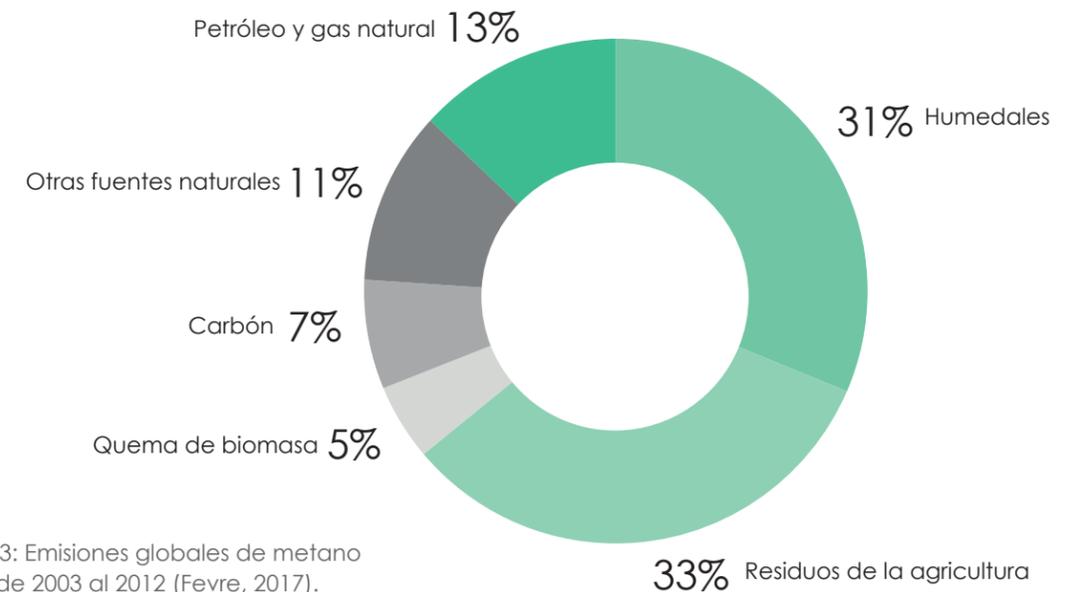


Fig. 3: Emisiones globales de metano desde 2003 al 2012 (Fevre, 2017).

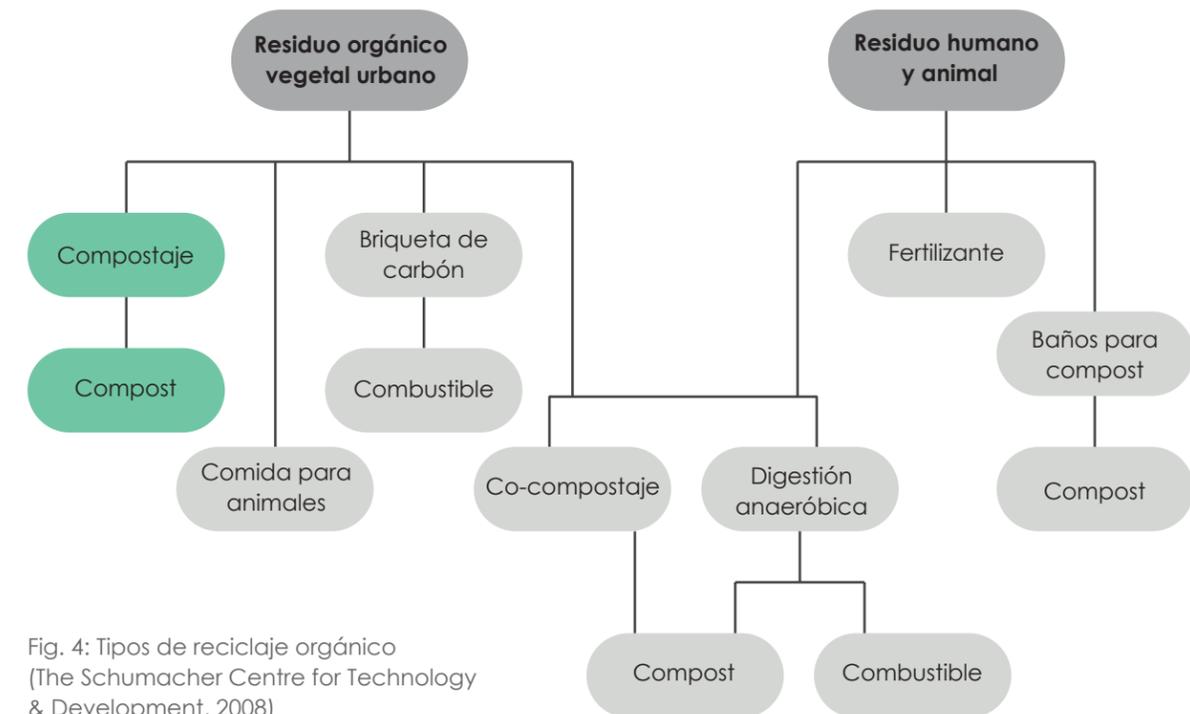


Fig. 4: Tipos de reciclaje orgánico (The Schumacher Centre for Technology & Development, 2008)

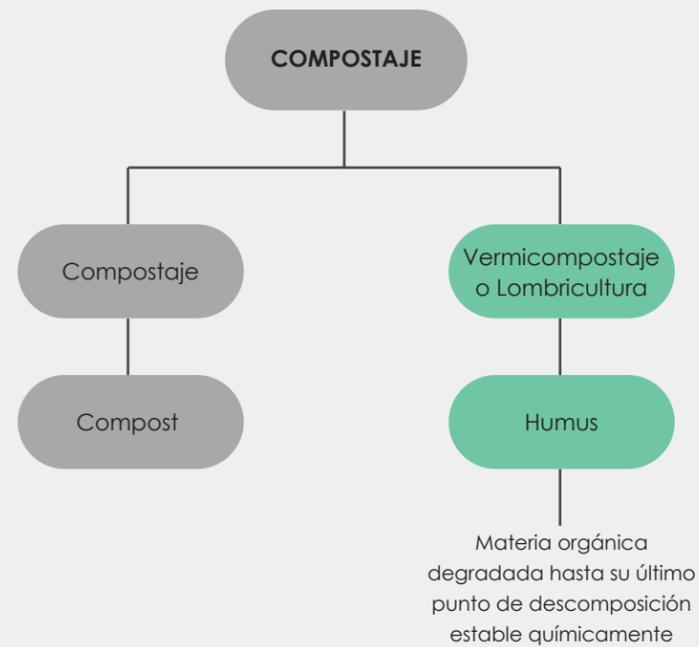


Fig. 5: : Compostaje y sus divisiones. Elaboración propia.

El vermicompostaje es uno de los varios métodos que existen para la transformación controlada de materia biológica (Urtubia Díaz, 2014) el cual se basa en la acción en conjunto de lombrices y microorganismos que elaboran un producto llamado humus de lombriz. Las lombrices aceleran el proceso de descomposición de los residuos orgánicos, en primer lugar por alimentarse de estos, facilitando la descomposición bioquímica final, para en segundo lugar estimular la acción por parte de microorganismos responsables de las etapas finales del proceso.

La lombriz más utilizada en este proceso es la Eisenia Foetida, ya que son fuertes y resistentes a un mayor rango de temperatura y humedad, además de proveer de una fácil reproducción. Para favorecer el consumo de los residuos por parte de las lombrices, es necesario mantener la materia orgánica, sometiéndola a riegos y aireaciones (Céspedes León, 2004). Las lombrices funcionan como "ingenieros del ecosistema", ya que juegan un rol fundamental como gestores de suelo fértil.

La tabla 2 muestra las principales características y factores a tomar en cuenta en el cuidado de estos seres. Para favorecer el consumo de los residuos por parte de las lombrices, es necesario mantener la materia orgánica, sometiéndola a riegos y aireaciones (Céspedes León, 2004). Las lombrices funcionan como "ingenieros del ecosistema", ya que juegan un rol fundamental como gestores de suelo fértil.

El oxígeno es otro factor fundamental para que los microorganismos puedan descomponer eficazmente la materia orgánica.

Tabla 2: Factores y requerimientos para mantener las condiciones óptimas en el ecosistema de las lombrices. Elaboración propia (GRAMA, s. f.; Singh, Singh, Araujo, Hakimi Ibrahim, & Sulaiman, 2011; Villegas Cornelio & Canepa Laines, 2017)

FACTOR Y CARACTERÍSTICAS	EISENIA FOETIDA
Ciclo de vida	45 a 51 días.
Tiempo de maduración	28 a 30 días.
Ausencia de Luz	Las lombrices viven por debajo de la superficie y no toleran la luz.
Humedad	Las lombrices pierden agua rápidamente a través de su cutícula permeable, por lo que es recomendable mantener una humedad constante para evitar pérdidas en la población. El parámetro óptimo oscila entre el 80 a 85%
Temperatura	Debe oscilar entre los 20° a 30°C. Si la temperatura es inferior a los 7°, el desempeño de éstas disminuye y se produce menor cantidad de abono
PH	Las lombrices no toleran valores inferiores a 4.5

Por ello, el aporte de aire en todo momento debe ser idóneo para mantener la actividad microbiana, sin que aparezcan condiciones anaerobias, que, además de entorpecer el proceso, dan lugar a la aparición de olores desagradables y a un producto de inferior calidad (Wei et al., 2017).

Tabla 3: Tabla de desechos orgánicos aptos y no aptos para lograr un proceso de degradación óptimo en el hogar, elaborado a partir de la discusión bibliográfica. Elaboración propia (MARM, 2009; Platt et al., 2013).

MATERIALES APTOS	MATERIALES NO APTOS
Restos de frutas y vegetales	Cáscaras de huevo (las lombrices no pueden digerirlas)
Bolsas de té	Pan (absorbe la humedad)
Pedazos de cartón y periódico (en pocas cantidades).	Carne
Cuescos de frutos (durazno, palta, aceituna, etc...)	Productos lácteos
Tierra	Aceites y alimentos grasos (difíciles de digerir para las lombrices)

Se plantea entonces el desarrollo de un sistema que tome en cuenta tanto los factores primordiales del proceso de vermicompostaje para facilitar el diseño de una experiencia efectiva y con el menor tipo de complicaciones posibles.

2.1.3 PROCESO REFERENCIAL

Esta investigación al estar enfocada en mejorar el relacionamiento que las personas tienen con el proceso de vermicompostaje, enfocado en un contexto urbano y en espacios reducidos, se decide estudiar en profundidad el proceso, tomando como punto de partida un referente muy común. Se toma como referencia la experiencia experimentada por usuarios con conocimiento y una relación previa con el vermicompostaje, los que forman parte del programa que imparte la Municipalidad de Providencia llamado "Pro-

videncia Recicla Orgánicos". Se realizó una encuesta estructurada a una muestra aleatoria de 57 usuarios de una población de 338 personas, que ayudase a definir características y factores esenciales para la etapa de diseño.

Esta encuesta junto a un kit de investigación entregado a 5 usuarias de la misma muestra dio paso a la comprensión de problemáticas que gran parte de los usuarios han experimentado y el modo a operar que ellos utilizan.

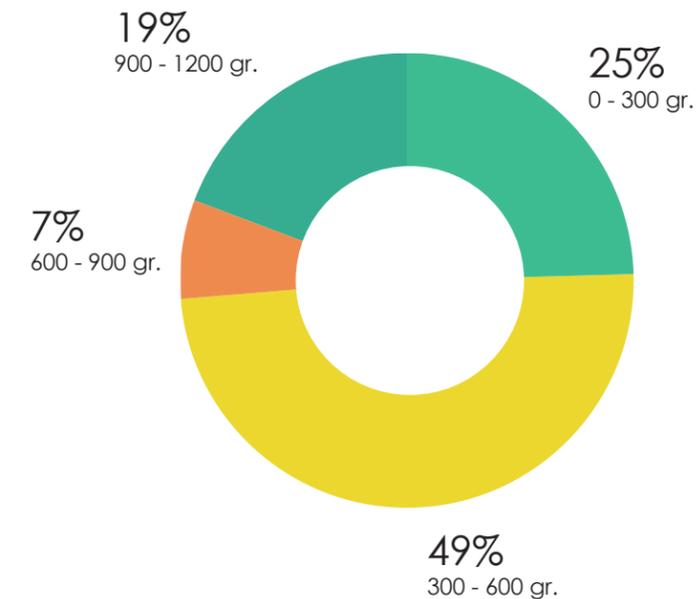
Se detectan factores primordiales a considerar tales como la cantidad de desechos orgánicos promedio generada por los usuarios, lo que cambiarían de su vermicompostera, lugar donde la mantienen, como es la vermicompostera con la que cuentan y si estarían dispuestos a agregar tecnología para mejorar su proceso de reciclaje orgánico.

Dentro de los resultados más relevantes se presentó que:

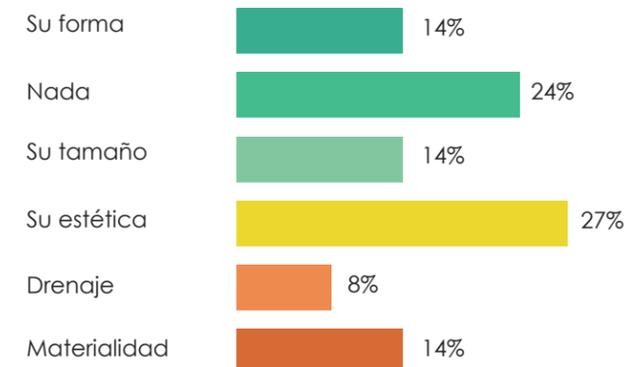
- Casi el 50% de los usuario produce entre 300 a 600gr. de desechos orgánicos
- Casi el 80% de los usuarios cambiarían algo de su vermicompostera, comenzando por sus estética.
- La mayoría de los usuarios viven en departamento y destina el balcón para colocar su vermicompostera.
- Al 81% de los encuestados le interesa agregar tecnología a su proceso para mejorarlo.
- El total de los usuarios mencionan que su vermicompostera es modular (3 a 4 pisos) de materialidad plástica y colores opacos.

En segunda instancia se detectó los mayores problemas experimentados al momento de relacionarse con la vermicompostera y durante el proceso de las distintas etapas que se presentan.

CANTIDAD DE DESECHOS ORGÁNICO QUE PRODUCE



QUE CAMBIARÍAS DE TU VERMICOMPOSTERA



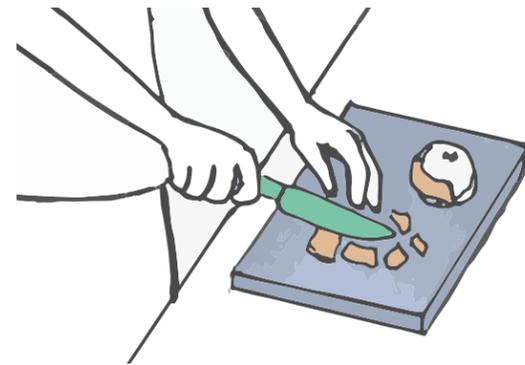
77% DE LOS USUARIOS CAMBIARÍA ALGO, MAYORMENTE SU ESTÉTICA

Fig. 6 : Extracto de resultados a encuesta de usuarios sobre el proceso de vermicompostaje. Elaboración propia.

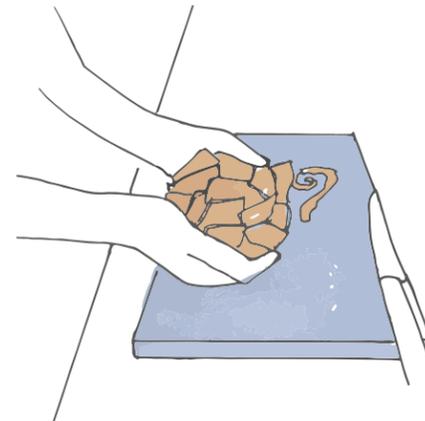
PROCESO REFERENCIAL
PASO A PASO

El proceso que los usuarios siguen, son similares a los que cualquier proceso de vermicompostaje, sólo que cuenta con algunos detalles que genera muchos problemas molestos y engorrosos para la persona.

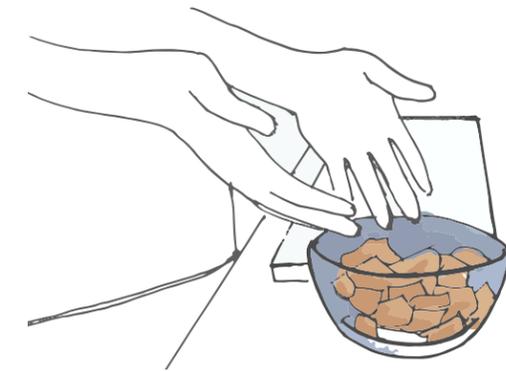
En el día a día los usuarios deben en primera instancia separar sus desechos orgánicos del resto de los desechos.



Un par de usuarios mencionaron que el proceso se ve beneficiado si los desechos son previamente cortados en trozos pequeños, ya que ayuda a las lombrices a digerir de forma más efectiva los desechos.



Lo anterior se toma en cuenta para el diseño de este proyecto, ya que se considera un factor primordial para que el proceso sea exitoso desde un comienzo.



Sin embargo como la mayoría de los usuarios mantienen su vermicompostera en el balcón o patio, deben mantener los desechos orgánicos en algún contenedor especial, lo que genera problemas tales como la aparición de mosquitos, hongos, malos olores en la cocina y putrefacción.

Fig. 7 : Modo a operar y mayores problemas presentados por vermicompostera referencial. Elaboración propia.



Una vez que el contenedor se llena, los desechos se depositan en la vermicompostera. Uno de los problemas más graves que presenta en el proceso es la altura de la vermicompostera, ya que genera una postura forzada sostenida en la columna y cuello. Una vez llenado el primer módulo de la vermicompostera, se debe generar una rotación con el módulo inferior.

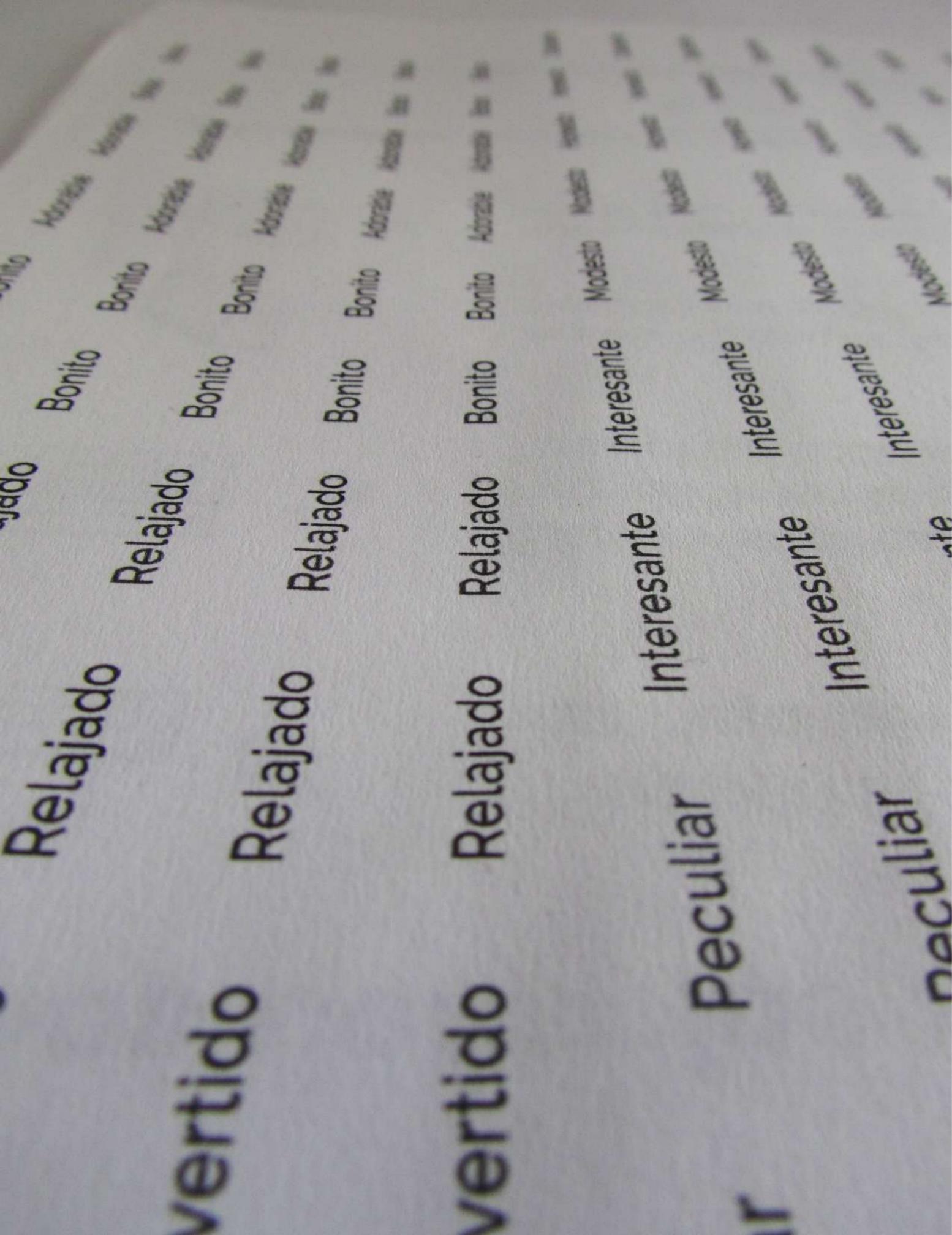
Para esto nuevamente se presenta una postura forzada en la columna junto a un sobre esfuerzo por el peso mantenido por el módulo. Cada módulo presenta con perforaciones en su base para permitir el paso de las lombrices entre módulos, lo que conlleva que al momento de la rotación gran cantidad de tierra, desechos y lombrices se derrame.



La cosecha de humus sólido se realiza una vez que un módulo ya esté lleno y lleve 3 a 4 meses sin ser utilizado, lo que requiere extraer todos los módulos que estén por sobre este y rotarlo. El material se debe extraer directamente con las manos o con alguna pala pequeña con que el usuario cuente. Este es uno de los procesos más engorrosos con que el usuario se ve enfrentado.



La muerte o escape de lombrices, es un problema frecuente, esto debido a mantener la vermicomposta al exterior expuesta a cambios climáticos altos o bajos (temperaturas altas en verano o temperaturas y frías en invierno). La extracción de humus líquido se realiza mediante un despiche el cuál con el desgaste genera goteo y malos olores por estar emplazado por sobre el nivel más bajo que alcanza el líquido.



2.2 DISEÑO POSITIVO COMO ESTRATEGIA METODOLÓGICA PARA LA MEDICIÓN DE LA EXPERIENCIA

“Ignoring the emotional side of product experience would, therefore, be like denying that these products are designed, bought, and used by humans” (Desmet, 2013)

El cambio hacia una sociedad consiente de su conexión con la naturaleza, presenta la oportunidad de mejorar el cuidado del medio ambiente y ser un beneficio para la comunidad global. Lo anterior, presenta el potencial de conducir a los diseñadores a la orientación de una acción iniciada desde el aprendizaje y la emoción, que utilicen soluciones que sean creativas, innovadoras, sustentables y pensada en la persona (Issa & Isaias, 2012).

El diseño positivo es un concepto que toma parte de lo que es el diseño para la experiencia, diseño emocional o diseño centrado en las personas, para unirlo a temas específicos que trata la psicología positiva emocional y conductual respecto a comportamientos de los seres humanos (Jimenez, Pohlmeier, & Desmet, 2015).

El diseño tiene que ver con la persona, y en cuánto mejor se conozca al usuario a diseñar, mejores resultados podremos obtener de la experiencia generada entre la persona y el objeto. Es por tan-

to que este tipo de diseño promueve y fomenta el bienestar, para crear todo lo necesario y llegar generar experiencias positivas, disfrutables, deseables y con un impacto personal y social significativo.

Este proyecto aborda un comportamiento específico, que trata del reciclaje de residuos orgánicos con la motivación de acercar a las personas su conocimiento, o en el caso de los que ya lo conocen, otorgar una herramienta que lo facilite y haga más placentero.

Este concepto entrega herramientas innovadoras, para la medición de emociones y matrices para ser aplicadas en el momento que la persona utiliza un objeto por primera vez, con el objetivo de analizar si se presenta una experiencia positiva o negativa.

En la fig. 8, se observa lo que en este proyecto se explica cómo las bases del diseño positivo, las cuáles se tuvieron en consideración durante el desenlace del proyecto, funcionando como elemento motivacional tanto en toma de decisiones específicas de diseño como desde el ámbito ingenieril. Las bases de diseño positivo se construyen a partir de tres pilares, el diseño para el significado personal, el diseño para la virtud y el diseño para el placer.

Según la bibliografía estudiada, se escogen solamente ciertos elementos de cada pilar para ser considerados en este proyecto.

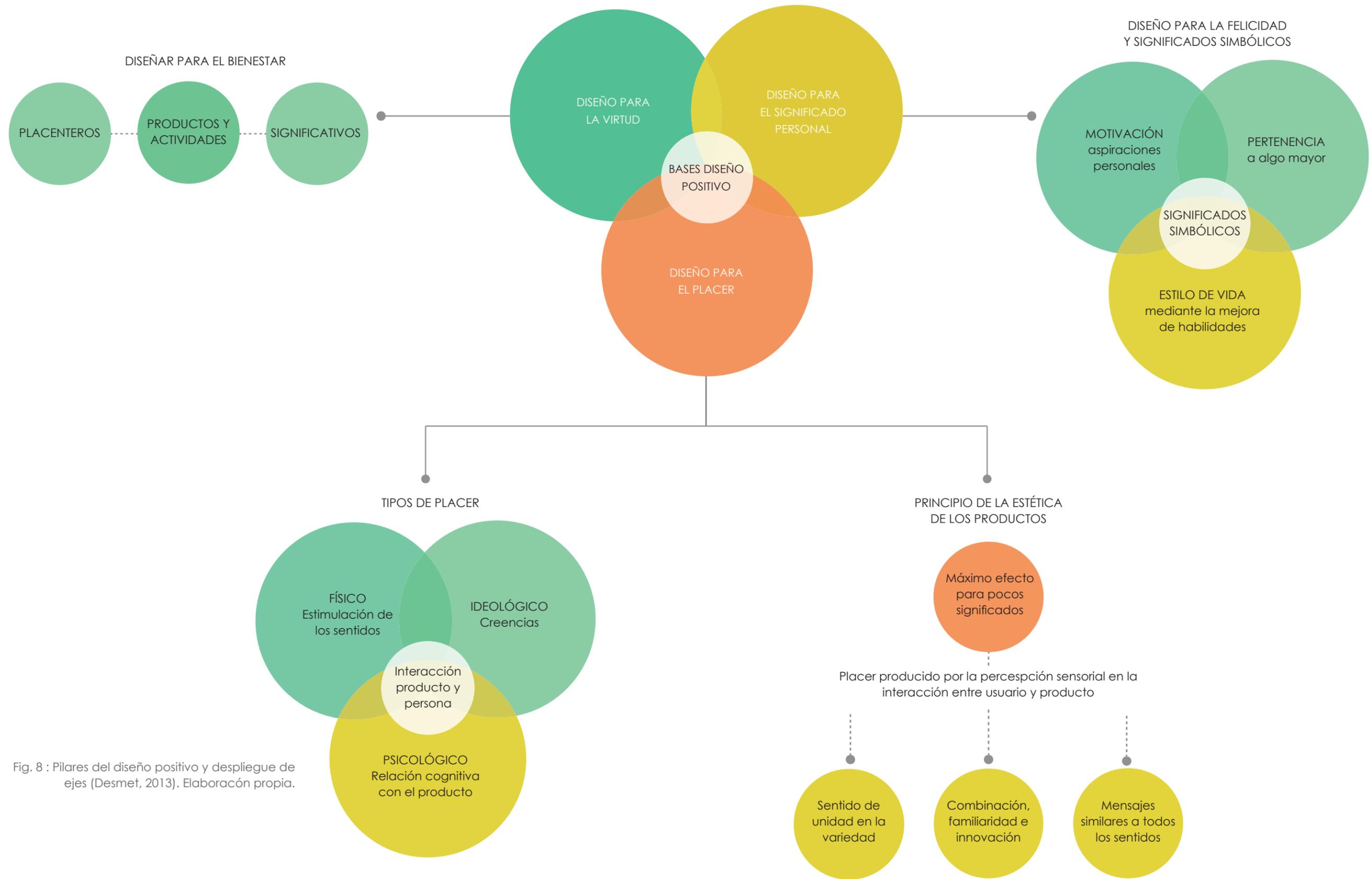


Fig. 8 : Pilares del diseño positivo y despliegue de ejes (Desmet, 2013). Elaboración propia.

2.2.1 ESTRATEGIA DE DISEÑO POSITIVO COMO GUÍA METODOLÓGICO

Para esta investigación, se propone la utilización del diseño positivo como parte de la metodología, con el objetivo de determinar si se obtiene una respuesta positiva o negativa emocionalmente al relacionarse con la vermicompostera. Diferentes autores proponen estrategias de mediciones de usabilidad, emocionalidad, satisfacción, etc... Para este caso se seleccionó un formulario que utiliza 12 emociones determinadas por Pieter Desmet, que determina la primera impresión emocional al interactuar con el objeto.

La figura 9 muestra un extracto de la herramienta PrEmo utilizada para este proyecto. En la cual se deben rellenar las casillas con la intensidad de 3 emociones que las personas hayan sentido con mayor predominancia al ver el objeto.

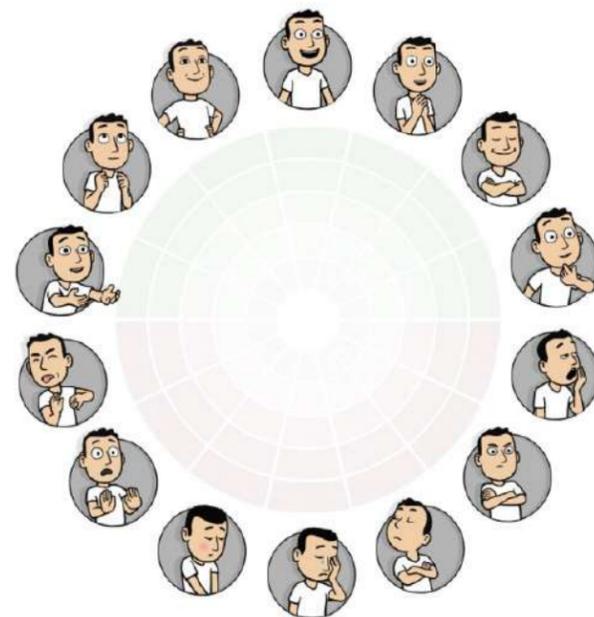


Fig. 9 : Herramienta PrEmo basada en las emociones propuestas por Desmet..

2.2.2 DISEÑANDO PERSONALIDADES PARA EL PRODUCTO

La principal finalidad de la personalidad del producto es crear productos con una clara y reconocible personalidad, que las personas comprendan y evalúen tal como lo hacen con otras personas.

2.2.2.1 PERSONALIDAD DEL PRODUCTO EN INTERACCIÓN

Este concepto se utilizó en parte como una herramienta para comprender con mayor profundidad el usuario objetivo.

Pascal Govers define 18 personalidades reconocibles en un producto: Alegre, Extrovertido, Relajado, Bonito, Adorable, Bobo, Desordenado, Peculiar, Interesante, Modesto, Honesto, Distante, Energético, Dominante, Provocativo, Aburrido, Serio e Infantil. Estas personalidades entregan conceptos definidos que al momento de diseñar puede resultar muy útiles.

Si los diseñadores desean crear productos con una cierta personalidad, esto debiese traducir un concepto intangible en características visuales y materiales que sea reconocible por otras personas (Govers, 2004).

En este proyecto se utilizaron las dimensiones de interacción (Carlos & Nicolás, 2006), tomando solamente las dimensiones de apariencia, textura, movimiento y performance (fig. 10), para determinar de manera más precisa las características con las que debiese contar tanto el diseño de la vermicompostera como la aplicación móvil.

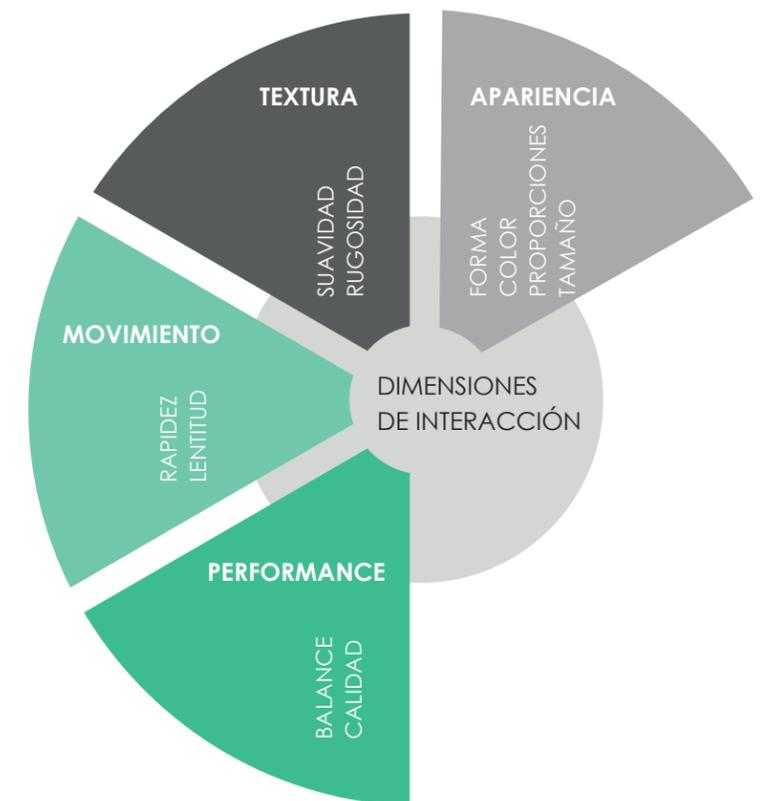


Fig. 10 : Dimensiones de interacción seleccionadas para este proyecto. Elaboración propia



2.3 INTERNET DE LAS COSAS (IOT) APLICADO AL PROCESO DE VERMICOMPOSTAJE

El internet de las cosas (Internet of things (IoT)) se manifiesta como un nuevo avance de las tecnologías de la información y comunicación (TIC), que se entiende también como un tipo de infraestructura global destinada a la sociedad de la información, la que es capaz de habilitar avances en servicios, mediante la interconexión de cosas (físicas como virtuales) basadas en las tecnologías de la información y la comunicación (Gardašević et al., 2017).

Este proyecto estudia la relación de un usuario que se sitúa en un contexto urbano, con respecto al proceso de vermicompostaje en que se aplica IoT.

El contexto ciudad donde habita este usuario, se puede comprender como un sistema socio-técnico de sistemas, que se sustentan en el consumo de recursos. Este funcionamiento genera un impacto medioambiental negativo, ya que gran parte de los bienes que ingresan al sistema, salen como desechos (Ceschin & Gaziulusoy, 2016) Por esto, se propone la generación de un

ambiente natural y tecnológico, basado en la promoción del reciclaje orgánico, con la motivación de ser un aporte para el cambio de paradigma en el enfoque de la ciudad, con la motivación de pasar a ser una consciente y partícipe de el reciclaje orgánico.

El Internet de las Cosas aplicado al proceso de Vermicompostaje, se entiende como la aplicación de sensores que miden factores críticos a considerar para que se logre llevar a cabo un proceso óptimo y obtener un resultado de mejor calidad.

2.3.1 SISTEMA DE RECI- CLAJE ORGÁNICO CON INTERNET DE LAS COSAS

El internet de las cosas se relaciona de manera esencial con los sistemas de automatización basados en el monitoreo de factores ambientales que utilizan sensores conectados a redes inalámbricas. Esta investigación se sitúa dentro de un área en particular dentro de estos sistemas que se centra en la agricultura, específicamente en el desarrollo de niveles de automatización para un mejor manejo de energía, reducción del impacto ambiental y maximización del uso de los recursos naturales (Shamshiri et al., 2018). Éste estudio propone el desarrollo de un sistema sustentado en IoT, lo que quiere decir que el proceso específico en el que se centra, el vermicompostaje, cuenta con el uso de sensores utilizados para el control de factores imprescindibles para un buen resultado. Dentro de los factores tomados en cuenta, no solamente se contemplan las dimensiones físicas y biológicas, si no que se también abarca el área social. Lo anterior se lleva a cabo mediante la conexión existente entre los sensores y la red informativa de los datos levantados que se transmiten al usuario.

Fig 11.: Elementos esenciales comunes en todos los casos de uso del IoT (Hakim, 2018)



2.3.2 ARQUITECTURA DE INTERNET DE LAS COSAS

El internet de las cosas aplicado en este proyecto, implica el levantamiento de datos recaudados por sensores los cuales se deben conectar a una base de datos de almacenamiento.

Firebase es un servicio cloud de Google destinado al desarrollo de aplicaciones multiplataforma, ofreciendo soporte para los sistemas operativos móviles Android e iOS, clientes web implementados en Javascript y otros tipos de clientes implementados en C++ mediante APIs específicas para cada caso (extracto memoria título de Matías zamora). Al poseer base de datos cloud se puede acceder a la información por distintos puntos de conexión a internet, pudiendo prescindir del hardware utilizado.

La arquitectura del internet de las cosas aplicada en este proyecto, se basa la construcción

de un hardware que utiliza microcontrolador ESP8266 programado con C++ modalidad IDE2 de Arduino, que le transmite la data (almacena en la base de datos de Firebase) a una aplicación móvil, que entrega al usuario información en tiempo real del estado de los sensores.



Fig 12: Arquitectura IoT aplicada en este proyecto.

2.4 ESTADO DEL ARTE

2.4.1 VERMICOMPOSTERAS



Lombric es un vermicompostero diseñado por Marine Le Moal y Savannah Lemonnier, el que funciona como un pequeño ecosistema al interior del hogar. Se compone por tres módulos deslizantes con tamices internos que separan a cada módulo. Posee además con un espacio destinado al cultivo de hierbas o plantas de pequeña dimensión, junto a una bandeja extraíble que contiene humus de lombriz líquido. Se adhiere directo a la pared.

Dimensiones:
45,5 cm largo, 47,8 cm ancho, 45,5 cm alto

Capacidad:
Pensado para familias de 3 a 4 personas

Materialidad:
Madera de haya y ceniza de olivo



Compás es un vermicompostero fabricado por un grupo de diseñadores de la Universidad de Buenos Aires. Cuenta con 2 módulos separado por un tamiz y un soporte de madera que lo separa del suelo. Pensado para espacios reducidos, tales como pequeños jardines, balcones y departamentos.

Marca:
Compás

Dimensiones:
40 cm diámetro, 70 cm alto

Capacidad:
Volumen: 87,920 cm³

Materialidad:
Polímero PE y madera OSB



Worm Farm Composter es un vermicompostero, compuesto por tres módulos, los dos primeros destinados para el proceso de reciclaje y el tercero como contenedor de humus de lombriz líquido. Entre el primer y segundo módulo se agrega un tamiz que separa el humus sólido del líquido.

Marca:
Worm Farm Composter

Dimensiones:
48,26 cm largo, 38 cm ancho, 60,9 cm alto

Capacidad:
Volumen: 111,683 cm³

Materialidad:
Polímero y madera



Bono es una lombricompostera diseñado por Ala Sieradzka. Pensado para el reciclaje orgánico de uso doméstico que tras un periodo de dos a tres meses se obtiene biohumus.

Marca:
Bono

Dimensiones:
-
Capacidad:
Pensado para hogares de 1 a 3 personas

Materialidad:
Aluminio y aglomerado de corcho



Vermicompostera fabricada por The Worm Café y ofrecida por la empresa chilena Geociclos. Su estructura principal está compuesta de 4 bandejas destinadas al proceso de degradación y la última al drenaje de humus líquido.

Marca:
Worm Café (Geociclos Chile)

Dimensiones:
57.15 cm largo, 38.1 cm ancho, 74.93 cm alto

Capacidad:
Volumen: 163,154 cm³

Materialidad:
Polímero reciclado



Vermicompostera fabricada por Worm Factor 360 y ofrecida por la empresa compost chilena, quienes importan el producto desde Estados Unidos. Se compone de 5 bandejas, siendo las primeras 4 destinadas al proceso de degradación y la última al drenaje de humus líquido.

Marca:
Worm Factory (Compost Chile)

Dimensiones:
45,72 cm largo, 45,72 cm ancho, 71.12 cm alto. Cajón: 40.64 cm largo, 40.64 cm ancho, 12.7 cm alto

Capacidad:
Volumen: 148,663 cm³
Cajón: 20,975 cm³

Materialidad:
Polietileno de Alta Densidad (HDPE)



Biovessel es una lombricompostera diseñada por un grupo de diseñadores y biólogos taiwaneses, que se enfoca en jardines y espacios reducidos urbanos. Utiliza formas orgánicas que pretenden adaptarse mejor al ecosistema de las lombrices.

Marca:
Biobessel

Dimensiones:
-

Capacidad:
Pensado para hogares de 1 a 3 personas

Materialidad:
Madera y polímero

Urban Composter es un compostero pensado en balcones y jardines urbanos. Utiliza un aerosol que acelera el proceso de descomposición.

Marca:
Urban Composter

Dimensiones:
28,5 cm diámetro, 40 cm alto

Capacidad:
Volumen: 25,496.8 cm³

Materialidad:
Polímero

CONCLUSIONES DE VERMICOMPOSTERAS

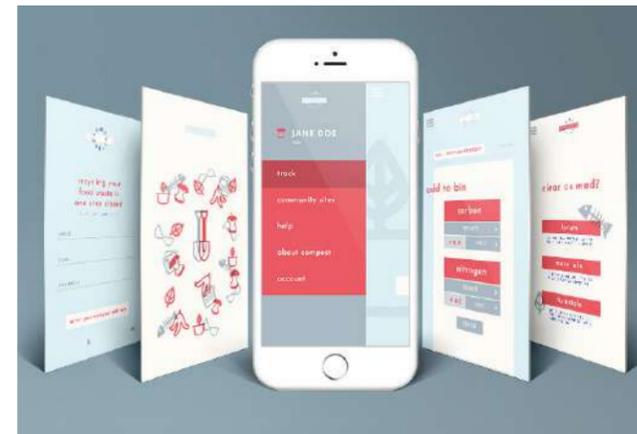
Una de las principales características a destacar de todos los referentes estudiados es su forma y materialidad. Los polímeros son la materialidad más repetida y usada, seguida por la madera. Cabe destacar el uso de polímeros para los contenedores y la madera para elementos de soporte. La forma más reiterada es la modular y en los casos de ser sólo un módulo, la capacidad de residuos que recibe debe ser menor.

2.4.2 APLICACIONES E INTERFAZ MÓVIL



Proceso de cultivo indoor de cannabis monitoreado mediante sensores (temperatura y humedad) y automatizado por medio de elementos, tales como luz artificial y ventilación, programados para hacer más productivo el cultivo. La información recaudada por los sensores se conecta a una aplicación que informa y entrega control de las variables específicas al usuario respecto al estado actual del crecimiento de las plantas.

Creadores: Nicolas Ruiz y Pepijn van der Krogt



Aplicación centrada en enseñar sobre el compostaje. Entrega información del proceso y sus beneficios. Recibe información del tipo de residuo orgánico a compostar, para informar al usuario del estado de su compost. También integra un foro entre usuarios y un mapa de búsqueda de puntos de reciclaje cerca del barrio de la persona.

Diseñado por Elizabeth Dahlin
Proyecto Composting



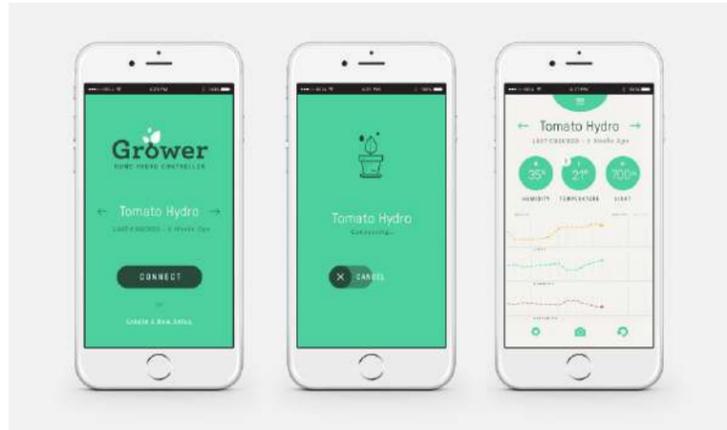
Es una aplicación destinada al incentivo de un comportamiento virtuoso, para mejorar la concentración prolongada. Esto lo hace mediante la creación de un bosque virtual compuesto por árboles que crecen cuando el usuario deja de utilizar su celular según el tiempo que este establece. A medida que el bosque crece se obtienen monedas virtuales que luego se pueden utilizar para la plantación de árboles reales.

Forest app
Creado por ShaoKan Pi



Es un radar ecológico botánico que entrega información detallada de plantas de diferentes especies mediante categorías, los beneficios que tienen y sus elementos y factores primarios para su cultivo. También posee un mapa de catastro de especies en la ciudad y del mundo.

App Plantsss
Creado por Max Delporte y Mario Ungemach.



Aplicación para el monitoreo de cultivo hidropónicos que se conecta a sensores de humedad, temperatura y longitud de crecimiento, que informa y facilita el proceso de cultivo para el usuario.

Diseñado por el canadiense Richard Ballermann

CONCLUSIONES DE APP

Cada referente fue escogido por específicas razones, pero todos cumplen con un carácter educativo e informativo de procesos de agricultura urbano. Composting se muestra como una de las aplicaciones que más se acerca a lo que busca este proyecto, que es generar conocimiento de un proceso de reciclaje orgánico. Cloudponics y Grower son referentes de monitoreo de variables para la mejora de procesos naturales. Los cuales integran sensores que entregan información detallada al usuario. Por último Forest app es un claro referente de diseño positivo aplicado para el desarrollo de un comportamiento virtuoso, sustentándose en el incentivo virtual y real del crecimiento de un bosque.

CONCLUSIONES DE ESTADO DEL ARTE

Este proyecto se centra en el desarrollo de un sistema que integre tanto una vermicompostera, como una la plataforma móvil. Es por esto que:

- De los referentes de vermicomposteras se tomará en cuenta la materialidad más predominante, el plástico, se consideran los tamaños y volúmenes, por centrarse en un contexto urbano y para espacio reducido.
- De los referentes de las aplicaciones se rescata la selección categórica para el orden de datos específicos, como el caso de Plantsss. También se considera la información presentada del análisis de datos recaudados por sensores. Por último se considera los incentivos que genera la aplicación para lograr que las personas sigan utilizandolas.





CAPITULO 03 METODOLOGÍA

Para la etapa de diseño se llevaron a cabo diferentes herramientas para conocer, analizar y asentar los requerimientos específicos requeridos para diseñar tanto una vermicompostera con internet de las cosas, como una aplicación móvil. Estos elementos forman parte del sistema propuesto de reciclaje orgánico pensado en el hogar urbano y en espacios reducidos.

La metodología utilizada se construye a partir 12 etapas, partiendo por un estudio en profundidad de el usuario y su contexto, con el fin de asentar la propuesta conceptual del proyecto, y finalizando con una evaluación basada en la emocionalidad de las personas al probar el diseño desarrollado.

En cada etapa se utilizaron herramientas provenientes del diseño positivo, diseño para la personalidad del producto y otras provenientes del desarrollo de productos.

Del diseño positivo se aplica la herramienta PrEmo al final del proceso de diseño para medir si se logra mejorar la emocionalidad de los usuarios frente al uso del producto realizado. También se utilizaron las catorce emociones

propuestas por Desmet para reconocer el nivel de satisfacción y emocionalidad que las usuarias han tenido frente al proceso de vermicompostaje. Para esto se incluyeron las catorce emociones dentro del sobre sticker contenida en el kit.

El diseño para la personalidad del producto, se realizó un kit enfocado en reconocer la personalidad predominante del usuario, con la finalidad de comprender y definir las dimensiones de interacción de un producto.

Finalmente se utilizan técnicas propias de cualquier proyecto de diseño o desarrollo de productos utilizadas desde la etapa conceptual hasta la propuesta final entregada.

Las técnicas mencionadas consistieron en una etapa de sketching, prototipaje, modelado 3D, construcción y fabricación de un modelo final que refleje de manera lo más cercana posible el producto propuesto y una etapa de testeo con usuarios.

En este proyecto no se logra realizar la fabricación final exacta del producto final, debido a su complejidad, presupuesto y tiempo con el que se contaba.

3.1 MARCO METODOLÓGICO

Para llevar a cabo la investigación en primera instancia se seleccionó un enfoque mixto (cualitativa y cuantitativa), debido a la mayor profundidad y riqueza de información que se puede recaudar, logrando una perspectiva más amplia y comprensiva (Creswell, 2013). La metodología de estudio que se escogió se basa en un diseño exploratorio secuencial con modalidad derivativa (DEXPLIS), lo que se traduce en que los datos recolectados y analizados en la primera fase de la investigación informan a la segunda fase, por lo que se hace un análisis inicial antes de la recopilación total de los datos (Onwuegbuzie y Johnson, 2008). En la fig. 13 se puede observar con mayor detalle el paso a paso general de la metodología de estudio, observándose los tonos grises como la primera etapa de inmersión y análisis de datos y los tonos verdes como la etapa exploratoria de bajada de requerimientos específicos de diseño y el desarrollo de prototipos que dan paso a la propuesta un producto final.

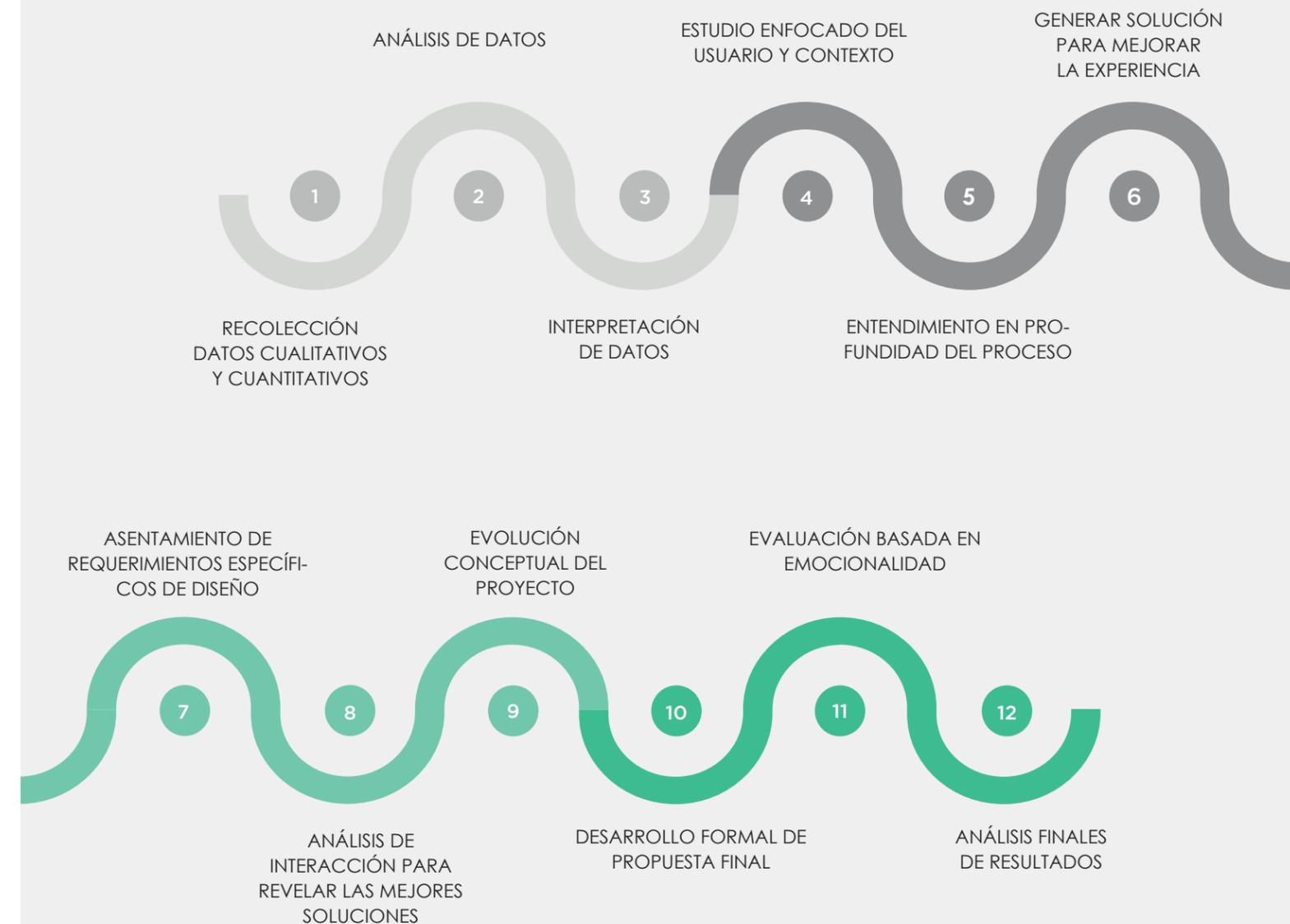


Fig. 13: Proceso metodológico del proyecto. Elaboración propia.

3.2 VALIDACIÓN DE RESULTADOS

Para el análisis de datos se utilizaron diferentes técnicas. En primera instancia se utilizaron técnicas más formales y concurrentemente utilizadas, explicados en el libro de Metodología de la Investigación de Sampieri. (Sampieri et al., 2014). Luego se utilizaron diversos métodos provenientes de técnicas de diseño basado en la persona basado en el manual de IDEO (IDEO, 2015), técnicas del proceso de desarrollo del design thinking (Lospennato & Garzarón, 2014) y técnicas del diseño de personalidad (Govers, 2004). tanto como el diseño positivo, que se reflejan en la realización de un kit de investigación y una valoración emocional PrEmo (Desmet, 2002; Guiza Caicedo, 2009). En la fig. 14 se puede apreciar con mayor detalle el paso a paso y algunas de las técnicas utilizadas para la validación de resultados. .

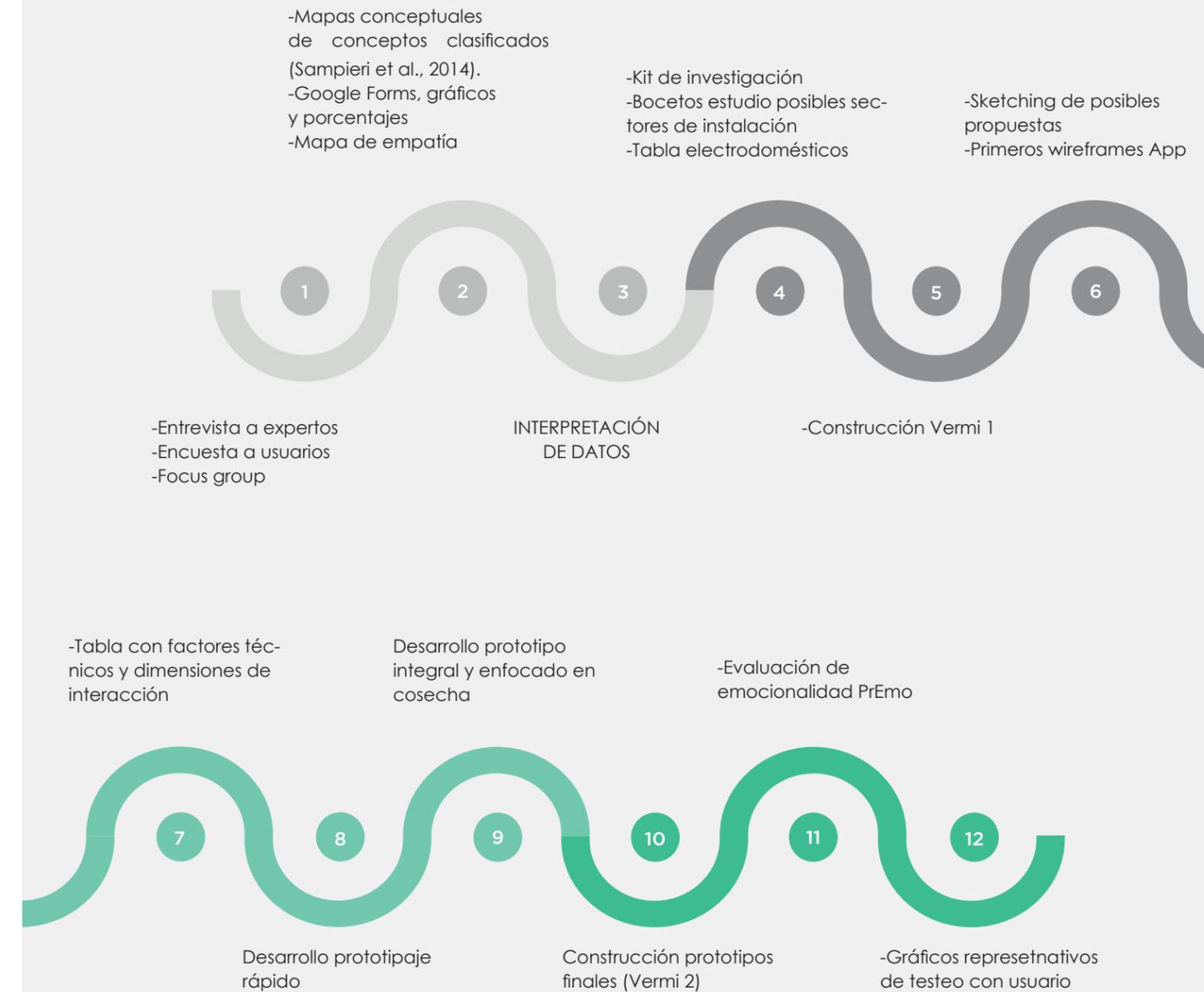


Fig. 14: Proceso de validación de resultados. Elaboración propia.



CAPITULO 04

USUARIO Y CONTEXTO

Este capítulo se basa en la comprensión y conocimiento de la persona que utilizaría los productos realizados en este proyecto, junto al estudio del contexto donde se emplazaría el objeto para relacionarse con el usuario en su día a día.

Para esto se llevó a cabo una construcción de perfil de usuario, un kit de investigación, estudio in situ en los departamentos de algunas usuarias y un pequeño análisis de ciertos electrodomésticos. Finalmente se consideraron las medidas ergonómicas de la persona, medidas de los muebles de cocina de manera general y el volumen aproximado de desechos orgánicos generados por una persona promedio. De esta manera se logra establecer las medidas generales a considerar para la etapa de diseño enfocada en la vermicompostera.

4.1 EL USUARIO DE ESTUDIO

En primer lugar la construcción de perfil de usuario se llevó a cabo tras la realización de diversos métodos, utilizados con anterioridad en una investigación base de memoria tanto como en el desarrollo del proyecto. que se basó en un focus group y una encuesta estructurada realizada a

una muestra de usuarios con previo conocimiento de vermicompostaje.

Algunos de los datos y opiniones más relevantes fueron:

- El usuario quiere formar parte de la cultura de reciclaje, vista para el bien común.
- La persona maneja algunos temas y conceptos de reciclaje orgánico y desea aprender más, pero no sabe dónde encontrar información específica.
- Se declara que la interfaz debiese ser muy sencilla de utilizar y con un enfoque educativo.
- Se trata de una persona detallista, que observa y escucha detenidamente cuando algo le interesa.

De los resultados de la encuesta se determinó que:

- Casi el 90% de los usuarios es mujer y profesional del área de las artes y la arquitectura, seguido por los médicos y empresarios.
- La mayoría de los usuarios viven en departamento y destina el balcón para colocar su vermicompostera.
- Casi el 80% de los usuarios cambiarían algo de su vermicompostera, comenzando por sus estética.
- El rango etario de la muestra se concentra entre los 31 a 33 años, el resto de las edades presenta una distribución uniforme.

¿QUÉ PIENSA?

Me motiva saber más de tecnología.
Si todos recicláramos ayudaríamos a la economía.
La herramienta debiese durar mucho tiempo.
La interfaz debiese ser sencilla, con infografías y con un aspecto menos tecnológico.

¿QUÉ SIENTE?

Ama las plantas.
Desea formar parte de "el cambio".
Desea reciclar pero no sabe como hacerlo exactamente.
La tecnología si podría ayudarle a mejorar su proceso.

¿QUÉ HACE?

Demuestra manejar levemente las temáticas de reciclaje orgánico.
Le interesa contar con herramientas tecnológicas que faciliten el proceso, tales como agregar sensores y una interfaz.
Se fija mucho en los detalles de un producto.

TIENE ENTRE
24 A 38 AÑOS

89,3%
MUJERES

78,7%
PROFESIONALES
área de las artes
y arquitectura



Fig. 15: Construcción de arquetipo de usuario, tras análisis de focus group, ecuestas y kit de usuarios. Elaboración propia.

-A la mayoría de los encuestados le interesa agregar tecnología a su proceso, para mejorarlo.

En la figura 15 se observa la construcción del arquetipo de usuario que fue fundamental para el proceso de diseño.

De manera general también se determinó que el usuario cabría dentro de la categoría de consumidores "verdes" llamados LOHA ((Lifestyles of Health and Sustainability). Estos representan a un grupo de consumidores que se centran en los recursos y la disminución de elementos dañinos para la capa de ozono. Promoviendo la adquisición de productos ecológicos (Natural Marketing Institute, 2008). Se preocupan de lo que compran ya que para ellos su ideología forma parte de lo que practican y de lo que los representa como persona.

Mayoritariamente son mujeres entre 24 a 38 años, que llevan un estilo de vida de consumo responsable y sustentable. Ama la naturaleza, pero al mismo tiempo convive y le gusta la tecnología, formando esta parte de su vida como una herramienta para desarrollar lo que les apasiona.

4.1.1 KIT A USUARIOS

El kit realizado a usuarios, es una herramienta que se utiliza con frecuencia dentro del diseño para personalidades del producto. El objetivo principal de este kit fue reconocer las personalidades predominantes que tienen el usuario y el nivel de satisfacción de ciertas tareas esenciales dentro del proceso de vermicompostaje. Constaba de un diario de notas, un sobre con stickers indicado las dieciocho personalidades reconocibles en productos (Govers, 2014b), catorce sentimientos propuestos por Desmet, stickers de nota, un lápiz y un sobre con las instrucciones del KIT. EL diario de notas se divide en 4 secciones. La primera sección está enfocada en reconocer al usuario según sus ideales y pensamientos. La segunda sección tiene como fin reconocer las actividades específicas realizadas diariamente con la vermicompostera. La tercera sección se centra a reconocer a nivel emocional lo que les hacía sentir su vermicompostera. Y la cuarta consiste en una actividad extra para reconocer en profundidad colores, formas, texturas y otras característica de producto más agradables para el usuario.

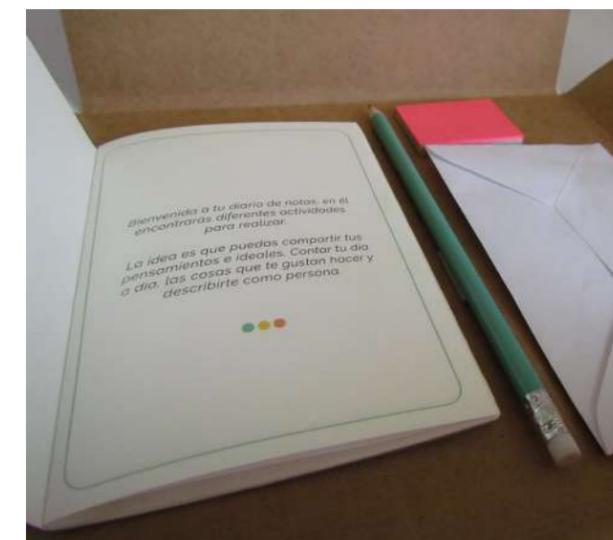


Fig. 16: Kit a Usuarios. Elaboración propia.

4.1.2 RESULTADOS KIT

Tras la realización del kit a la muestra específica de usuarias, se realizó un análisis según dos factores claves para formalizar los requerimientos específicos de diseño tanto de la vermicompostera como de la App. El análisis se basó en la identificación de las personalidades predominantes y del nivel de satisfacción presentado en tareas y temas específicos de su proceso de vermicompostaje.

La fig.17 muestra el resultado del primer factor analizado, del que se concluye que las personalidades preodominantes son: Alegre, Honesto, Infantil, seguido por Relajado, Bonito y Sencillo. Este resultado se presenta como base para el desarrollo conceptual que se aplicó a todo el proyecto y toma de decisiones de diseño.

En la parte inferior de la fig.17 también se muestra el resultado del segundo factor, el que trata del nivel de satisfacción de las usuarias sobre temáticas y tareas predominantes y más repetidas, que se presentaron tanto en el diario de notas como de conversaciones in situ. Como se muestra la temática mejor evaluada es la relación con las lombrices, por lo que en el diseño del sistema esto se conservará, dando énfasis, ya que para las usuarias las lombrices son el personaje principal del proceso y su cuidado es primordial. La tarea mejor evaluada consiste en la de juntar, echar material orgánico y airear la vermicompostera, siendo esta la tarea más repetitiva, debido a que inicia y mantiene todo el proceso. Al tener una evaluación positiva se decide mantener esta tarea sin necesidad de intervenir agregando automatización al proceso.

Las temáticas que también fueron muy bien evaluadas, pero no las más importantes son la obtención de humus sólido para agregar a plantas o entregar como regalo, y el reciclaje orgánico como una actividad que incentiva a la familia a realizar tareas en conjunto.

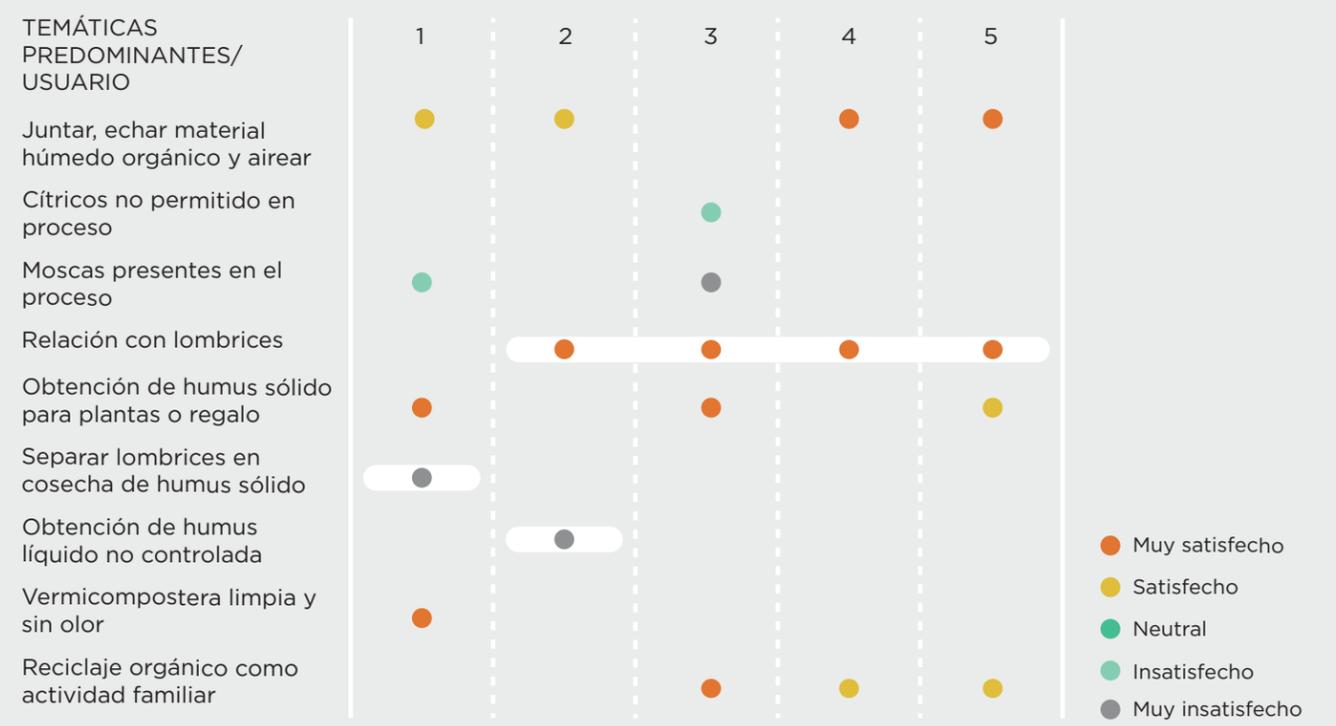
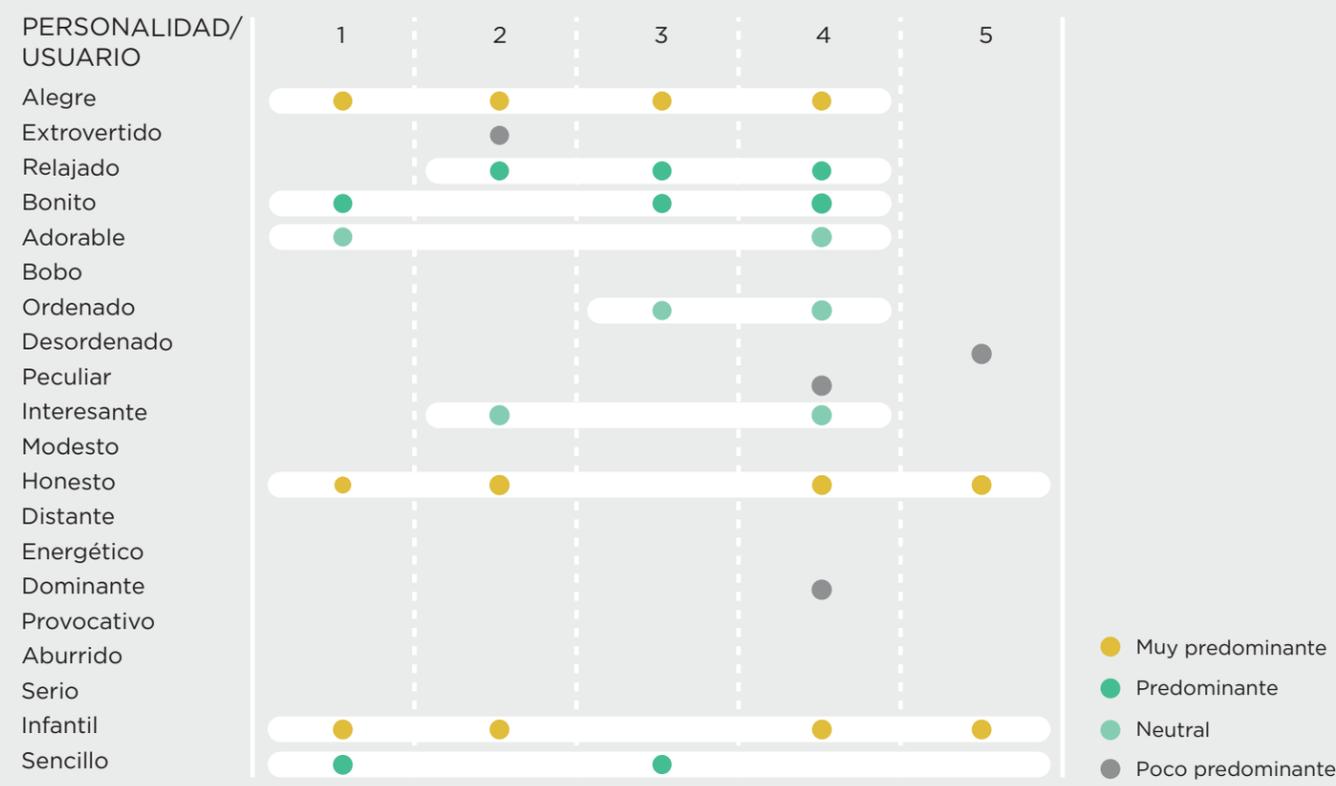


Fig. 17: Resultados Kit. Elaboración propia.

4.2 ESTUDIO DEL CONTEXTO

Para la definición del contexto en dónde mejor pudiese emplazarse la vermicompostera, se realizó un pequeño análisis de los posibles sectores del departamento convenientes para llevar a cabo el proceso. Se tomaron cuatro sectores específicos, la terraza, el living, la cocina y la logia. En la tabla 4 se observa los pros y contra de cada sector. El living y la cocina mostraron ser los lugares con más pros, pero el living se deja de lado por necesitar un elemento extra para contener los residuos orgánicos, lo que presentaría problemas similares que el caso previamente estudiado en el cap. 2 (sección 2.1.3).

La terraza a pesar de presentar una buena evaluación se descarta por estar en el exterior, expuesta a cambios de temperatura, lo que afecta directamente el proceso. La logia se elimina por ser muy pequeña y presentarse como sector de bodega. Se escoge que la cocina es el candidato con mayores puntos a favor, siendo uno de los más importantes, que se presenta como el sector de inicio de la primera fase del proceso de vermicompostaje. Seguido por situarse al interior y presentarse como una oportunidad de ingresar el producto como un nuevo tipo de electrodoméstico que incentive el reciclaje orgánico.

Tabla 4: Comparación según pros y contras de los posibles sectores en el hogar para contextualizar el sistema.

SECTOR	PROS	CONTRAS
Cocina	<ul style="list-style-type: none"> -Se puede hechar los desechos en el mismo lugar donde se generan -Mucha más atención por parte de los usuarios -Nuevo hábito y electrodoméstico -Se encuentra al interior 	<ul style="list-style-type: none"> -Más alejada de la terraza, por tanto de dónde está la mayor cantidad de plantas
Terraza	<ul style="list-style-type: none"> -Cerca de mayor cantidad de plantas -Facilita donde dejar la cosecha 	<ul style="list-style-type: none"> -Expuesta a condiciones climáticas externas por estar al exterior (menos control) -Menor espacio -Desechos más lejos de cocina -Necesidad de un contenedor especial donde dejar los desechos en la cocina
Living	<ul style="list-style-type: none"> -Desechos más cercanos a cocina y terraza para cosecha -Se encuentra al interior -Se pasa mucho más tiempo que en la cocina 	<ul style="list-style-type: none"> -Necesidad de un contenedor especial donde dejar los desechos en la cocina -Menos adecuada para el contexto
Logia	<ul style="list-style-type: none"> -Cercano a cocina 	<ul style="list-style-type: none"> -Muy poco espacio -Zona de bodega, colgador de ropa.

4.2.1 ESTUDIO DEL CONTEXTO COCINA

Una vez escogido el sector más propicio para instalar la vermicompostera desarrollada en este proyecto. Se procede al estudio de los diferentes sectores con los que cuenta la cocina. Para esto, se visitaron tres departamentos de algunas usuarias partícipes del kit, dónde se realizó una observación detallada del espacio cocina.

Se detectaron 3 sectores tentativos, siendo estos 1)sector bajo lavamanos 2)sector sobre superficies 3)sector basurero

En las figuras 18, 19, 20 y 21 se observan y analizan con mayor detalle estos sectores.

Uno de los requerimientos de ingeniería ya conocidos, consiste en que debe existir un enchufe cercano a el lugar de instalación de la vermicompostera. Esto se debe a la contemplación del sistema de internet de las cosas que debe contar con una fuente de poder, la cual se decide que fuese directo a la corriente, por ser la alternativa más sustentable, antes que la batería de litio o pilas corrientes.

Este requerimiento fue uno de los principales a considerar al momento de escoger el sector más propicio dentro del contexto cocina. Otro requerimiento de diseño fue la contemplación

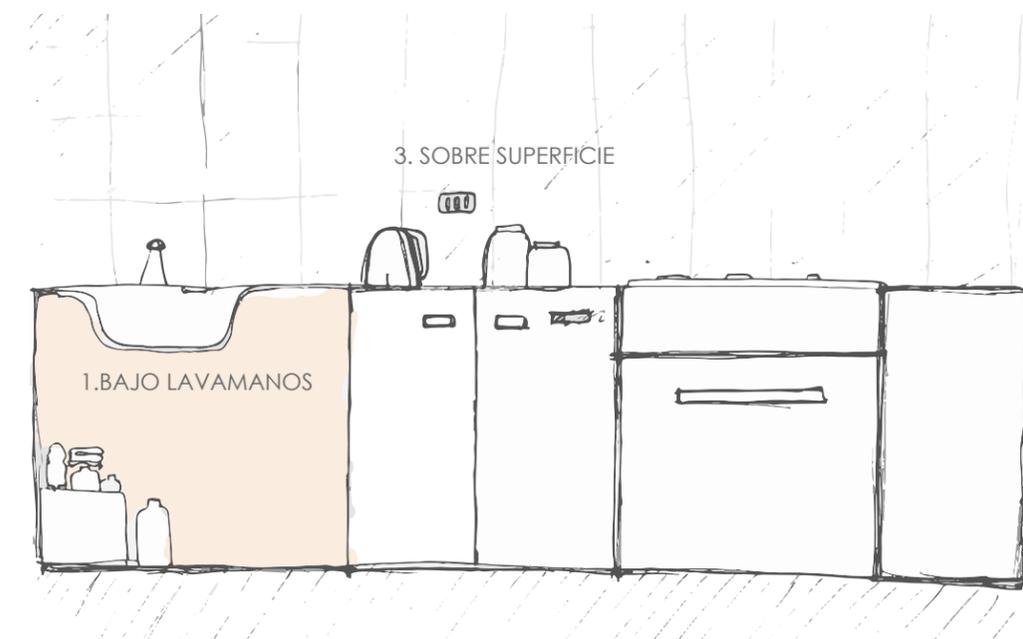


Fig. 18: Sectores cocina. Elaboración propia.

de señales lumínicas para notificar al usuario de rangos fuera de lo óptimo según el sistema de sensorizado. Por lo que el sector a escoger debiese estar en un sitio dónde permitiese tener una visualización continua.

El sector bajo el lavamanos presenta como aspecto positivo: -no utiliza mayor espacio. -Hay mayor oscuridad lo que favorece a las lombrices. Los aspectos negativos fueron: -no se encuentra a simple vista, por lo que las señales lumínicas no servirían, -las cosechas se hace más dificultosas, -el riego, la aireación y la relación con las lombrices se ve directamente afectado por hacer de las tareas algo dificultoso, -no se cuenta con enchufes cercanos, -existe una mayor

posibilidad de descuido por parte del usuario.

El sector sobre superficies, presenta como aspectos positivos: -más facilidad en la usabilidad diaria, -las señales lumínicas siempre están a la vista del usuario, -las cosechas se hacen más sencillas, -cuenta con enchufe cercano. Los aspectos negativos fueron: -utiliza un nuevo espacio sobre el mesón que puede presentarse como escaso.

Del último sector analizado, el sector basurero se determinaron los siguientes factores positivos: -se asimila que es para depositar residuos, -cuenta con enchufe cercano, -aún queda a la vista para el usuario.

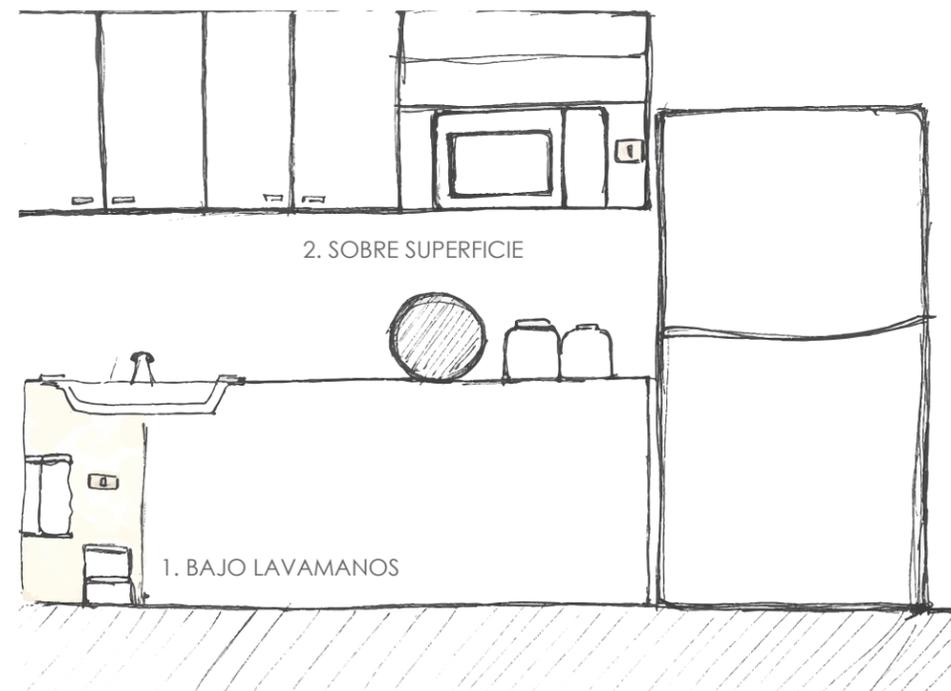


Fig. 19: Sectores sobre superficies y bajo lavamanos. Elaboración propia.

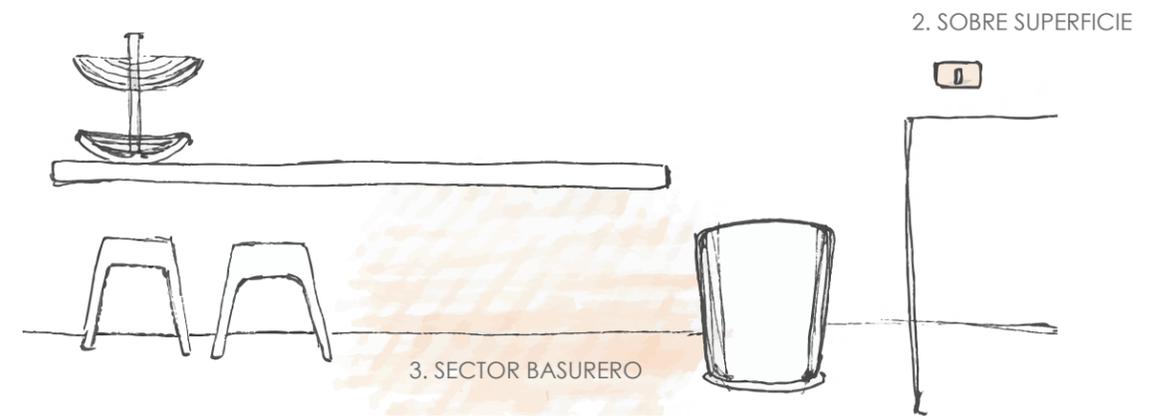


Fig. 20: Sector basurero. Elaboración propia.



Fig. 21: Sector sobre superficies. Elaboración propia.



Los factores negativos detectados fueron: -manipulación más compleja que el sector sobre cubiertas. -la cosecha se ve dificultada y presenta problemas de postura ergonómica.

También se analizó las posturas y problemas ergonómicos que pudiesen llegar a tener cada sector al emplazar la vermi en uno de estos.

El sector bajo basurero presenta el mismo problema referencial visto en el capítulo 2 de antecedentes, en la sección 2.1.3, lo que afecta a la postura ergonómica de la espalda.



El sector sobre cubiertas se presenta como el mejor candidato a sector para emplazar la vermicompostera, por tener enchufe cercano, lograr una postura ergonómica correcta y presentar la oportunidad de ingresar este objeto como un nuevo tipo de electrodoméstico, que en el caso de las usuarias podría llegar a ser el reemplazo del microondas.



El sector bajo lavaplatos, se presenta como el peor sector evaluado, no solamente por presentar posturas ergonómicas incorrectas, sino también por estar escondido a simple vista.



De esta forma se determina que el sector sobre cubiertas cumple con la mejor evaluación. Por lo que se escoge como el adecuado para emplazar la vermicompostera dentro del contexto cocina.

Fig. 22: Posturas en los sectores de la cocina. Elaboración propia.

4.3 FACTORES ERGONÓMICOS

Para la toma de decisiones de diseño es fundamental contemplar tanto el contexto, el modo operatorio y el usuario al que se apunta. Para esto se tomó en consideración en primer lugar la cantidad de desechos orgánicos producidos para poder calcular el volumen específico que la vermicompostera debiese contener

VOLUMEN SEGÚN LA CANTIDAD DE DESECHOS Y EL TIEMPO DE DEGRADACIÓN.

Según la Encuesta nacional de consumo alimentario 2014, una persona promedio consume 496,5 g/día de alimentos de origen vegetal compostables.

Para definir el volumen considerados para el material orgánico que la vermicompostera contendrá, se considera un 70% de reducción de esta según el proceso de degradación, probados en la práctica, lo que deja un total de 148,8g diarios.

A continuación se calculó el volumen tomando en consideración la densidad del humus de lombriz que es de 0,70g/cm³ (Org, Vermicompost, & Flower, 2005). Se contempló la masa generada en un mes, un mes y medio y tres meses, entonces:

$$V = M/D$$

$$SI M \times 31(\text{mes}) = 4612,8 \text{ g/mes}$$

$$M \times (1 \text{ mes}/2) = 6844,8 \text{ g}/1\text{mes}/2$$

$$M \times (3\text{meses}) = 13838,4 \text{ g}/3\text{meses}$$

Para este proyecto se considera la cosecha de humus sólido cada 1 mes 1/2, debido a que las lombrices demoran entre 2 a 1 semana en consumir los alimentos si se mantiene una estabilidad constante al proceso.

Entonces:

$$V = M/D$$

$$V = 6844,8\text{g} / 0,70\text{g}/\text{cm}^3 = 9778,2\text{cm}^3$$

Pero se consideran 19769cm³ que es lo que produce en 3 meses para dar cierta holgura al proceso. Se destinarán 17,298cm³ para el contenedor de material orgánico, 8649cm³ para el humus sólido y 3000cm² para el humus líquido, volúmenes que se irán redefiniendo con la exploración de prototipos.

Para definir la altura del vermicompostador, se considera la altura de controles en posición bípeda y la altura de superficie de trabajo.

Para la altura de la superficie de trabajo la guía Chilena de MMC (Subsecretaría de Previsión Social, 2008) propone que en el caso de que sea una fuerza laboral mixta las alturas serían entre 112 cm como límite inferior (P95 altura codo suelo hombres) y 122,1 cm como límite superior (P5 altura hombro suelo mujeres), también se considera que tareas con mayor precisión deben considerar 5 a 10cm sobre el nivel codo.

Como resultado se obtiene que la altura de la vermicompostera debiese oscilar entre los 32cm a 37cm aprox.

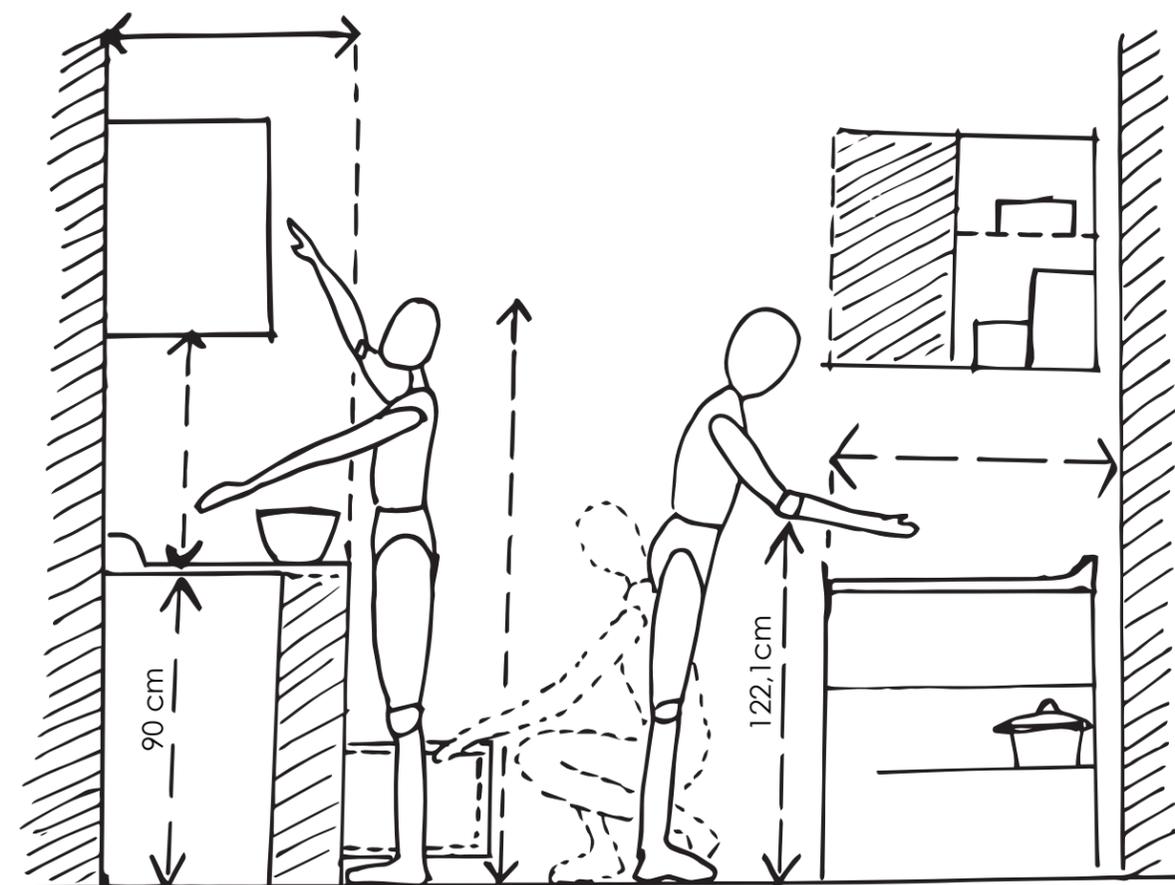


Fig. 23: Consideraciones ergonómicas y medidas del usuario en el contexto. Elaboración propia.

Tabla 4: electrodomésticos en el contexto cocina.Elaboración propia

Electrodomésticos Cocina					
Tostadoras					
Características	Marca: Te-fal Modelo: Ultramini Material: Aluminio y polímero Tamaño: •Alto: 18,4cm •Ancho: 17cm •Profundidad: 27,5cm	Marca: KitchenAi Modelo: KM-T4205EER Material: Metal troquelado Tamaño: •Alto: 20,5cm •Ancho: 34,8cm •Profundidad:30,4 cm	Marca: Smeg Modelo: - Material: Metal Tamaño: •12.2"w x 7.7"d x 7.8"h.	Diseñador: Naoto Fukasawa Marca: Muji Material: Aluminio y polímero	Marca: Philips Modelo: HD2595 Material: Polímero (PP/PC/ABS)
Hervidores					
Características	Marca: Thomas Modelo: TH-54051 Material: Acero inoxidable Capacidad: 1.8lt	Marca: DeLonghi Modelo: KMIX 54 Material: Acero inoxidable Capacidad: 1.6lt	Marca: Smeg Modelo: KLF01R-DUS Material: Acero inoxidable Medidas: 10" L x 11" W x 9" H	Diseñador: Naoto Fukasawa Marca: Muji Material: Aluminio y plástico	Marca: Dualit Modelo: Classic Kettle Material: Acero inoxidable y cobre Capacidad: 1.7lt

OBJETOS ELECTRODOMÉSTICOS EN EL CONTEXTO COCINA

El contexto para disponer de un objeto afecta directamente a el diseño, ya que los objetos para diferentes ambientes, guardan un lenguaje, formas y manera de relacionarse por el parte del usuarios distinto uno de otro. Debido que el el sistema de vermicompostaje funciona con lot. y el objeto con el que el usuario se relaciona, necesita el uso de energía para su funcionamiento, convierte a éste en un nuevo tipo de electrodoméstico que cumple con la función de reciclar los desechos orgánicos de origen vegetal

Electrodomésticos Cocina					
Microondas					
Características	Marca: Fensa Modelo: MF-31G Material: Acero inoxidable Capacidad: 31lt Tamaño: •Alto: 30,6cm •Ancho: 51cm •Profundidad:43cm	Marca: Recco Modelo: RMM-70H20 Material: Acero inoxidable Capacidad: 20lt Tamaño: •Alto: 25cm •Ancho: 55cm •Profundidad:30cm	Marca: Samsung Modelo: ME83X/XZS Material: Acero inoxidable y cerámica Capacidad: 23lt Tamaño: •Alto: 27,5 cm •Ancho: 48,9 cm •Profundidad: 34,3 cm	Marca: Thomas Modelo: TH-18B05 Material: Acero inoxidable y cerámica Capacidad: 23lt Tamaño: •Alto: 27,5 cm •Ancho: 48,9 cm •Profundidad: 34,3 cm	Marca: Thomas Modelo: Th-20R02 Material: Acero y vidrio Capacidad: 20lt Tamaño: •Alto: 26 cm •Ancho: 45 cm •Profundidad: 36 cm
Cafeteras					
Características	Diseñador: Kazushige Miyake	Marca: DeLonghi Modelo: Active lineCP33.21.BK Material: Acero inoxidable y polímero.	Marca: DeLonghi Modelo: Icona vintage celeste ECOV311 Medidas: •Alto: 26 cm •Largo: 31.5 cm •Profundidad: 29 cm •Peso: 4.1 kg.	Marca: Oster Modelo: Prima latte Rojo Capacidad: 1.5lt	Marca: Nespresso Capacidad: 1lt Medidas: Ancho (cm) 15.4 Largo (cm) 25.6 Largo (cm) 32.4 Peso (kg) 4.2

Se realizó este análisis con el fin de reconocer ancho y profundidad para el tamaño de la vermicompostera. Se toma a consideración el electrodoméstico microondas, por contar con mayor semejanza en tamaño respecto a este nuevo electrodoméstico, además que este producto busca reemplazar el espacio del microondas, debido al perfil de usuario.



CAPITULO 05

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

5.1 DISEÑO DE UN SISTEMA

Para este proyecto se entenderá como el “sistema” al conjunto de atributos creado entre una vermicompostera con internet de las cosas y una aplicación móvil conectada a esta.

Para la definición de los atributos, fue necesario profundizar en la propuesta conceptual y los factores técnicos propios del vermicompostaje para asentar los requerimientos específicos de diseño.

5.1.1 TRABAJO MULTIDISCIPLINARIO

Debido a que el proyecto cuenta con alto contenido tecnológico, se procedió a la búsqueda de un estudiante con conocimiento en esta disciplina, para que ayudase a desarrollar la plataforma y hardware necesarios para la transmisión de datos de sensores aplicados en la vermicompostera para la medición de parámetros fundamentales que mantienen el buen estado el proceso.

De esta manera el proyecto se llevó a cabo dentro de la categoría de memoria multidisciplinaria, la cual se financió con la ayuda del programa Beauchef Proyecta, “iniciativa inserta dentro del proyecto: Una

nueva ingeniería para el 2030” (FCFM, s. f.), otorgado por la misma Universidad de Chile, específicamente desde la Facultad de Ciencia Físicas y Matemáticas. Junto a la colaboración de la profesora de Diseño Industrial Lorna Lares, el profesor de Ingeniería Matías Mattamala y el estudiante de Ingeniería Eléctrica Matías Zamora, se llevó a cabo la proyección del proyecto propuesto.

La dinámica de trabajo con Matías consistió en dos reuniones semanales, en dónde se proponían posibles soluciones, testeos y chequeo del trabajo que desde la propia disciplina se estuviese abordando.

La comunicación durante el proceso de desarrollo de la propuesta formal del proyecto fue fundamental, lo que dio paso a un aprendizaje a nivel profesional y personal. Desde cada materia se desarrollaron objetivos específicos que se ligaron a un objetivo compartido, crear un sistema de vermicompostaje con internet de las cosas.

Desde la Ingeniería Matías se encargó del diseño de la arquitectura de software y hardware del sistema. Lo que se materializó en el sensorizado aplicado a la vermicompostera, tanto como la base de datos conectada a esta misma, la cuál tiene directa comunicación con la aplicación móvil.



Desde el diseño se desarrolla tanto la vermicompostera con internet de las cosas, enfocándose en la optimización del modo a operar de esta y la relación emocional sostenida por los usuarios, tanto como las layers y comportamiento de la aplicación móvil.

Fig. 24: Participantes del proyecto Sustenta Vermi
Elaboración propia.

5.1.2 ETAPA CONCEPTUAL DEL PROYECTO

De manera conceptual el sistema se ve expresado en dos elementos indispensables. Por un lado, se plantea una herramienta que permita de manera eficaz, fácil y ergonómica el desarrollo del proceso de vermicompostaje y por otro lado la creación de una app móvil que logre establecer un canal de comunicación entre el proceso y el usuario

Para comenzar el proceso de diseño se generó un concepto base que nace de las personalidades predominantes de las usuarias. Se realizó una tabla con sinónimos que se agruparon sintetizándose de esta manera en un concepto global que se toma como base para el comienzo del desarrollo exploratorio del proyecto. Luego se realizó un moodboard con cada personalidad, con el objetivo de comprender en profundidad las dimensiones de interacción del diseño para este proyecto.

Tabla 5: Personalidades predominantes. Elaboración propia

ALEGRE	Luminoso, vivo, placentero , contento
HONESTO	Moderación, austeridad
INFANTIL	Inocente, simple, ingenuo
RELAJADO	Calmo
SENCILLO	Natural
BONITO	Bello , agraciado, sincero

AGRACIADA SIMPLEZA
PLACENTERA SINCERIDAD
PLACENTERA SIMPLEZA



Fig. 25: Moodboard Alegría

Apariencia:

- Forma: Rectas suavizadas, predominando las curvas ordenadas y simétricas.
- Color: De saturación media y brillo alto, predomina el amarillo, rojos (pasteles) y algunos tonos más fríos como el verde.
- Proporciones: Regulares y con cambios sutiles a lo largo de la figura.
- Tamaño: Tamaño referencial a electrodomésticos, fáciles de ocupar y de recurrente uso.

Textura: Lisas y suaves al tacto directo, referidas a materiales tales como el metal, el plástico y la madera muy bien trabajada y terminada.

Movimiento: Muy simples y fáciles de inferir

Performance: Sencilla, pero con detalles más complejos que el elemento debe ser capaz de traducir en movimientos asertivos



Fig. 26: Moodboard Honesto

Apariencia:

- Forma: Simétricas y de recurrente uso, como cúbicas y cilíndricas.
- Color: Predominancia del blanco y destellos de grises y celestes de saturación y brillos muy altos.
- Proporciones: Extremadamente regulares.
- Tamaño: Tamaño referencial a electrodomésticos, fáciles de ocupar y de recurrente uso.

Textura: Lisas y suaves al tacto directo, referidas a materiales plásticos.

Movimiento: Muy simples de casi solamente un par de movimientos.

Performance: Muy sencilla, con botones de apagados y encendidos solamente.

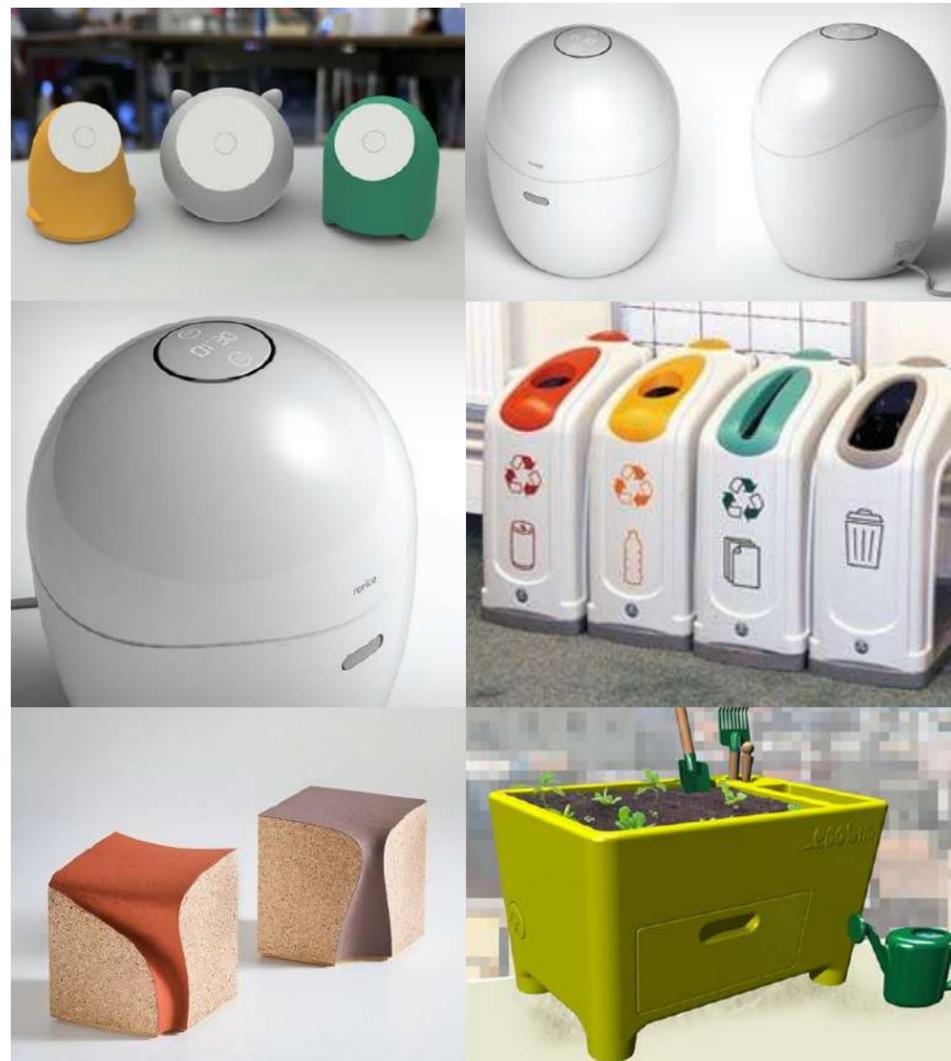


Fig. 27: Moodboard Infantil.

Apariencia:

-Forma: Predominancia en las curvas regulares e irregulares. Finas y de constante fluidez.

-Color: De saturación media y brillo medio, predomina el amarillo, rojos, anaranjados y verdes. También se presenta en gran cantidad el blanco.

-Proporciones: Irregulares, pero con cambios armónicos a lo largo de la figura.

-Tamaño: Tamaño referenciales a objetos de uso diario, tales como basureros, pisos y algunos electrodomésticos, fáciles de ocupar.

Textura: Lisas, suaves y con detalles sutilmente ásperos, referidas a materiales tales como el plástico y gomas plásticas o corcho.

Movimiento: De fluidez constante, armónico y sencillo.

Performance: Fluida y con detalles que otorguen gracia a su uso, capaces de entregar detalles no habituales.



Fig. 28: Moodboard Relajado.

Apariencia:

-Forma: Ovaladas y curvas armoniosas, predominantemente simétricas. Con presencia de algunas rectas con terminaciones curvas.

-Color: Blancos y terminaciones en madera.

-Proporciones: Regulares e irregulares, pero armoniosas, sin cambios notorios a lo largo de las figuras.

-Tamaño: referentes a sillas y algunos electrodomésticos, elementos de cotidiano y accesible uso.

Textura: Lisas y suaves al tacto directo, referidas a materiales tales el plástico y la madera muy bien trabajada y terminada.

Movimiento: Fluído y envolventes

Performance: Muy sencillo, casi intuitivo.



Fig. 29: Moodboard Sencillo

Apariencia:

- Forma: Rectas suavizadas, predominando las terminaciones curvadas.
- Color: Blancos y negros, con algunos detalles en madera y verdes claros.
- Proporciones: Regulares y con cambios muy sutiles a lo largo de la figura.
- Tamaño: Tamaño referencial macetas y basureros medianos,, muy fáciles de ocupar.

Textura: Lisas y suaves al tacto directo, referidas a materiales tales como el plástico y la cerámica.

Movimiento: Muy simples

Performance: Muy sencilla, sin mayores elementos

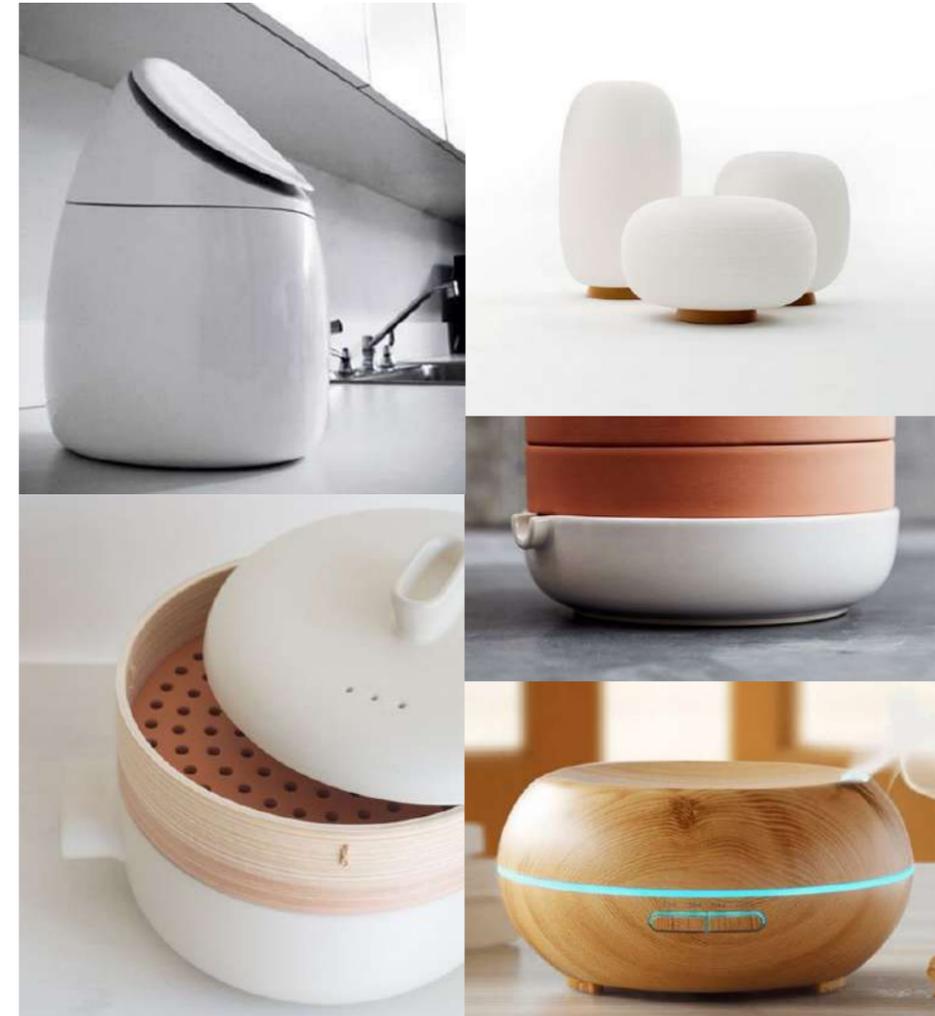


Fig. 30: Moodboard Bonito

Apariencia:

- Forma: Redondeadas con curvas definidas y armónicas.
- Color: Predominancia de blanco, colores terrosos como rojos de alto brillo y baja saturación.
- Proporciones: Regulares y con cambios sutiles a lo largo de la figura.
- Tamaño: Tamaño referencial a electrodomésticos, fáciles de ocupar y de recurrente uso.

Textura: Lisas y suaves al tacto directo, referidas a materiales tales como el plástico, la madera muy bien terminada y cerámicas.

Movimiento: Muy simples y fáciles de inferir

Performance: Sencilla y directa.

CONCLUSIONES DE MOODBOARDS:

Tras el análisis de los diferentes moodboards generados, se obtiene una comprensión más asertiva para establecer las dimensiones de interacción para este proyecto. Cabe destacar que en todos los casos se repiten las formas curvadas con presencia de rectas limpias y simétricas. Un color base con predominancia de blanco. Proporciones regulares con sutiles cambios a lo largo de la figura. Tamaño referencial de electrodomésticos para la cocina, macetas y basureros pequeños. Texturas lisas y suaves, movimientos y performance sencilla.

5.1.3 REQUERIMIENTOS ESPECÍFICOS DE DISEÑO

A continuación en la figura 31 y 32 se muestra con detalle los factores y requerimientos de diseño e ingenieril que este proyecto busca abarcar. Se tomaron en consideración las dimensiones de interacción de los productos, tanto como los factores críticos detectados a ser mejorados.

FACTORES DE LAS DIMENSIONES DE INTERACCIÓN

APARIENCIA

FORMA: Curvas definidas y armónicas, con una leve presencia de rectas. Simétrico.

COLOR: Blanco con detalles de colores de saturación y brillo alto, de preferencia colores primarios y secundarios.

PROPORCIONES: Regulares, y levemente irregulares, con cambios sutiles y armoniosos a lo largo de la figura.

TAMAÑO: Tamaño referencial a electrodomésticos, basureros y macetas medianas de recurrente uso.

TEXTURA

Suaves y lisas al tacto directo, referidas a materiales tales como polímeros y metales

MOVIMIENTO

Muy sencillos, fáciles de inferir, con rasgos de fluidez

PERFORMANCE

Sencillo y casi intuitivo, con algunos detalles más complejos que otorguen gracia al uso.

Fig. 31: Dimensiones de Interacción aplicadas en este proyecto. Elaboración propia.

FACTORES TÉCNICOS CRÍTICOS

FACTOR

- Los rangos de humedad y temperatura deben mantenerse estables, de lo contrario hay problemas
- El usuario debe ser consciente del estado de su vermi.
- Vermicompostera debe ser limpia, estar bien sellada y no emitir olores.
- El usuario debe tener una relación con la vermi, ya que requiere de uso diario y cuidados específicos.
- La relación entre el usuario y las lombrices es positiva, y es bueno que se presente interacción.
- La cosecha de humus sólido puede presentar confusión y ser engoroso para el usuario
- La cosecha de humus líquido puede resultar muy engoroso y caótico.
- El usuario se presenta con dudas al momento de enfrentar problemas, tales como aparición de moscas

DESICIÓN DE DISEÑO

- Utilización de sensores conectados a una plataforma, para avisos de rangos fuera de lo normal.
- Aviso de estado de sensores, mediante leds y notificaciones.
- El material más apto, tanto a nivel técnico, como interaccionalmente son los polímeros y metales.
- Su tamaño no debe ser más grande que un mueble, y tampoco debe ser más pequeño que un electrodoméstico.
- La tapa y la forma de general de la vermi no debe incomodar al momento de revisar a las lombrices.
- La vermi debe facilitar una cosecha más eficaz, y de fácil uso.
- Se debe considerar un contenedor específico, bien sellado y de fácil vaciado para la cosecha de humus líquido
- La plataforma deberá contar con una sección educativa, sobre que hacer en cas de problemas.

Fig. 32: Factores técnicos críticos. Elaboración propia.

CAPITULO 06
DESARROLLO DEL PROYECTO
SUSTENTA VERMI



6.1 METODOLOGÍA MULTIDISCIPLINARIA Y PROCESO EXPLORATORIO.

Al ser este un proyecto de carácter multidisciplinario, a continuación se especifican los hitos más relevantes dentro del proceso exploratorio de diseño por parte del ingeniero.

El proceso consistió en 7 etapas que se desarrollaron en conjunto con Matías. La fig.

33 muestra con mayor detención el proceso y el resumen de los hitos más importantes de lo que fue la colaboración de Matías.



Fig. 33: Proceso exploratorio de diseño e ingeniería
Elaboración propia.

6.2 CONSTRUCCIÓN Y DESARROLLO VERMI 1

Este prototipo fue el primero en realizar dentro de la etapa exploratoria del proyecto, el cual tenía como principal objetivo reconocer, comprender y aplicar el vermicompostaje al interior del hogar, en un espacio determinado según el volumen promedio de los desechos orgánicos producidos por una persona. Esta se realizó en madera terciada de 21mm mediante corte, mecanizado router y terminaciones de lijado, sellado y pintado.

CONCLUSIÓN DE VERMI 1:

-En primer lugar, se decidió que el proceso de vermicompostaje sería de sistema flujo continuo en vez de un sistema de módulos, a como se pensó en un comienzo, debido a que la manipulación de los módulos es muy engorrosa si se utiliza en espacios reducidos y puede llegar a ser poco higiénico. Esto debido a que al cambiar módulos, mucho material terroso y lombrices se derrama sobre la superficie de trabajo.

-Se determina que el proceso se debe hacer en interior y no en exterior, como se pensaba en un comienzo, ya que durante las épocas de verano e invierno, las temperaturas al ser más extremas afecta directamente a la población de lombrices con la que se cuenta. Las lombrices mueren o escapan del lugar al ser sometidas a

temperaturas bajo 7 grados o sobre 32 grados.

-El volumen para el material orgánico y las lombrices cumple con lo requerido según el usuario, por lo que se respetó para la construcción del próximo prototipo, pero se debe considerar un compartimiento especial para poder cosechar el humus sólido.

-La cosecha tanto de humus líquido como sólido se debe mejorar para facilitar el proceso al usuario, debido a que este prototipo no soluciona la cosecha de humus sólido y debe mejorar la bandeja que contiene el humus líquido.

-El lugar donde se consideró la ubicación del hardware se debe replantear de tal manera que tanto sensores como hardware queden más protegidos y menos expuestos a la vista de usuarios.

-Las indicaciones de luz se deben limitar a solo un led rgb, ya que contar con tantas luces visualmente confunde y distrae.

-Los diámetros de los agujeros de la tapa se deberá disminuir debido a que al ser tan grandes permite el flujo de mosquitos

-Durante el proceso se ve la necesidad de agregar un revolvedor especial que no dañe a las lombrices y que cumpla con la finalidad de escarbar.



Fig. 34: Vermi 1
Elaboración propia.



MODO OPERATORIO

Síntesis del modo a operar de Vermi 1, la cual constaba con un depósito para los residuos orgánicos y lombrices, con un filtro que lo conectaba a un receptor de líquido, designado para la cosecha de humus líquido. También se compone por la primera versión de hardware desarrollada por Matías. No se desarrolló una solución para cosecha de humus sólido, pero se reconoce la importancia de contar con un revolvente.



Fig. 35: Modo operatorio Vermi 1
Elaboración propia.

6.3 PROCESO EXPERIMENTAL VEMI

Tras el establecimiento de los requerimientos específicos, se continúa con la etapa exploratoria enfocada en el desarrollo de prototipos que se acerquen y cumplan estos requerimientos de manera integral. En esta sección se presentan los prototipos para llegar a la construcción del producto físico para reciclar los desechos orgánicos, a la cual se llamó Vermi.



PROTOTIPO FÍSICO ENFOCADO

Prototipo rápido enfocado específicamente en los volúmenes requeridos para cada parte del proceso y el modo operatorio para la cosecha.



PROTOTIPO FÍSICO INTEGRAL

Prototipo rápido que abarca la funcionalidad completa tanto en volúmenes, etapas de proceso, manera de cosechas e integración de hardware a la Vermi.



PROTOTIPO FÍSICO ENFOCADO DE FUNCIONALIDAD

Prototipo final enfocado en la funcionalidad específica de cada proceso con todos los elementos necesarios para este. Primer prototipo beta que asimila a la materialidad interior final del producto.

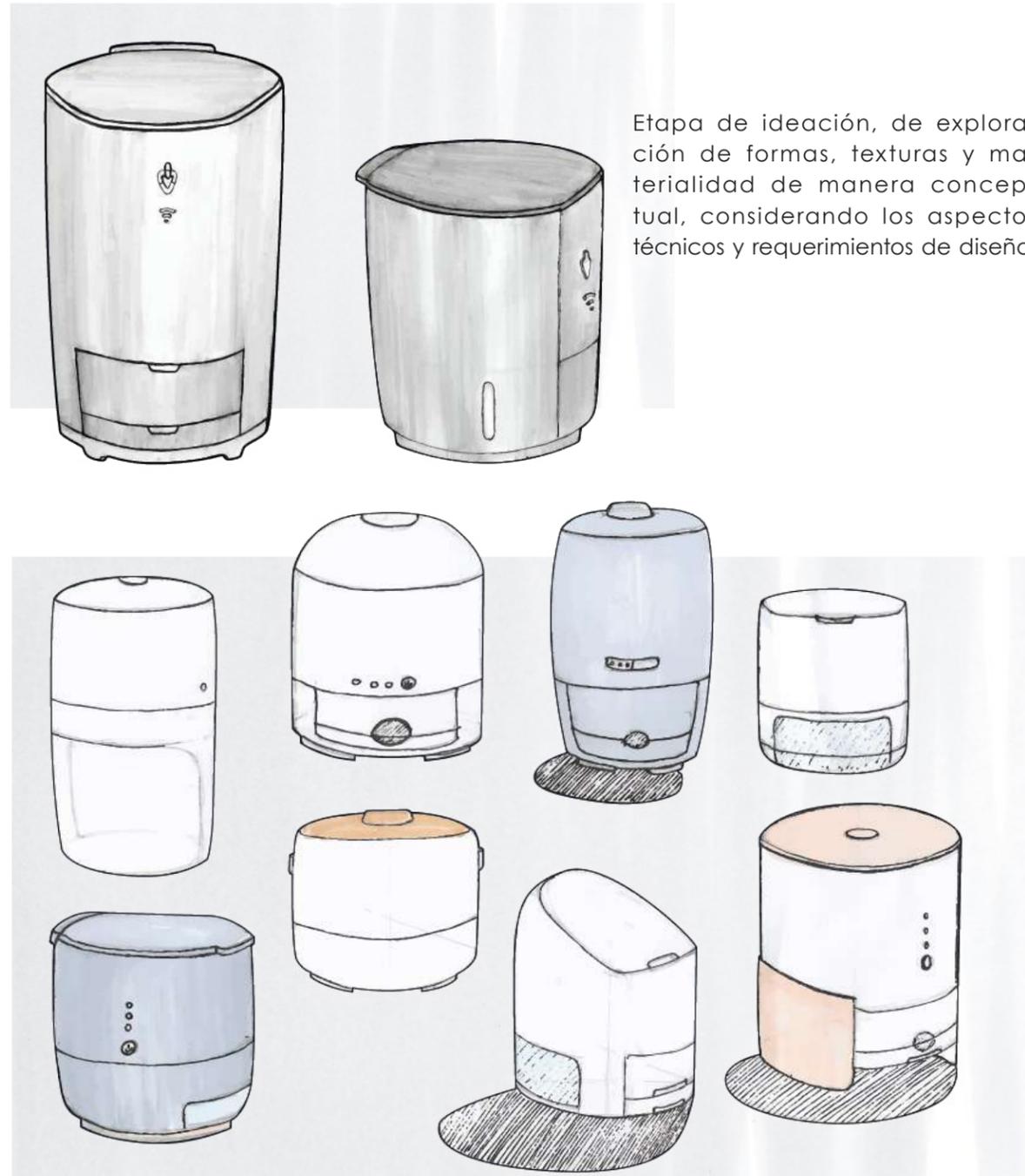


PROTOTIPO FÍSICO ENFOCADO DE VISUALIZACIÓN

Prototipo final enfocado en la estética y visualización del producto. Segundo prototipo beta que asemeja materiales finales.

Fig. 36: Prototipos realizados en este proyecto
Elaboración propia.

6.3.1 SKETCHING DE PROPUESTA FINAL



Etapa de ideación, de exploración de formas, texturas y materialidad de manera conceptual, considerando los aspectos técnicos y requerimientos de diseño.

Fig. 37: Sketching inicial
Elaboración propia.

FORMA DE COSECHAS

POR CAJONES

La primera solución para cosechar el humus tanto sólido como líquido, es mediante cajones extraíbles, que se conecten entre sí y con el compartimiento destinado a contener la mezcla principal de desechos orgánicos y lombrices.

POR COMPUERTAS

Otra posible solución es mediante compuertas que permitan la extracción de humus sólido por el frente de la vermicompostera, a modo de facilitar la tarea al usuario.

POR COMPUERTAS DESLIZABLES

La última opción es mediante una compuerta deslizable que de igual manera permita la extracción del humus sólido por la pared frontal inferior de la vermicompostera.

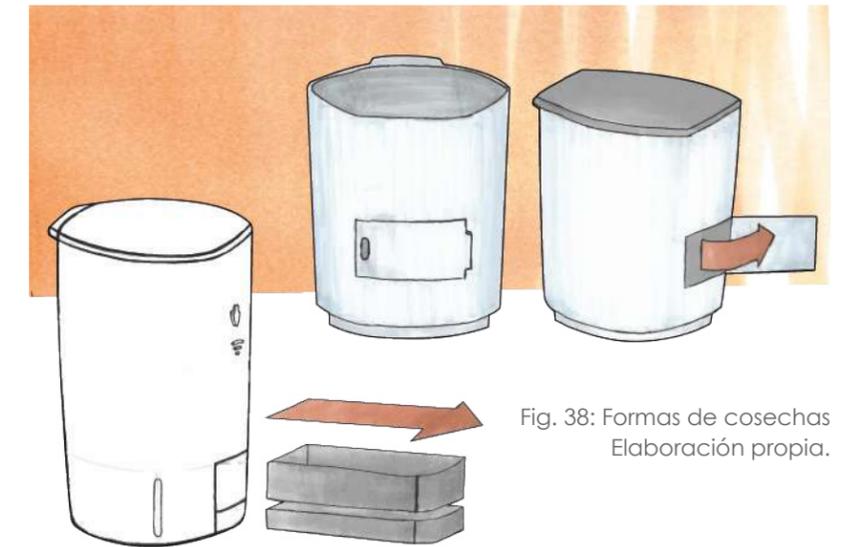


Fig. 38: Formas de cosechas
Elaboración propia.



Fig. 39: Forma de cocha mediante compuertas
Elaboración propia.

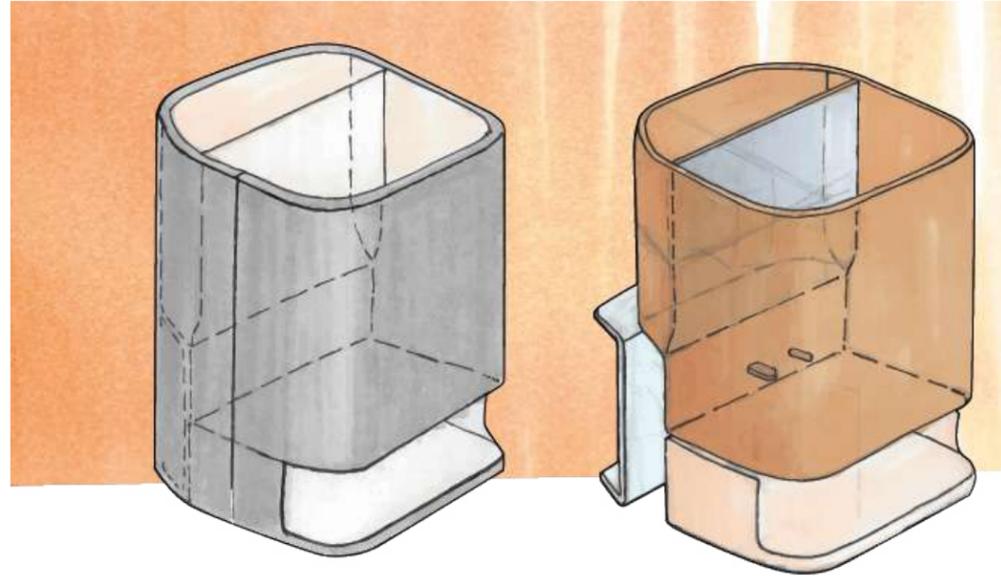


Fig. 40: Cuerpo interior y exterior Vermi. Elaboración propia.

CONFORMACIÓN DE ELEMENTOS PRINCIPALES

EXTERIOR

El exterior de la vermicompostera se piensa como una carcasa externa que recubra tanto a los contenedores como a los elementos que componen el hardware.

INTERIOR

El cuerpo interior base, se compone por 3 partes. El cuerpo interno inferior, el cual corresponde al espacio utilizado por los cajones de cosechas. El cuerpo interior superior que corresponde al espacio destinado a contener los desechos orgánicos, lombrices y material seco.

CONCLUSION ETAPA SKETCHING

Se considera un tamaño, materialidad y lenguaje relativo a los electrodomésticos de cocina, junto al desarrollo conceptual especificado con anterioridad. Se proponen opciones de cosechas y se comprende la estructura de la vermicompostera como un cuerpo interno y externo para la contención y protección de hardware.

6.3.2 PROTOTIPAJE INICIAL

Luego de la etapa de ideación fue necesario realizar prototipaje rápido para probar las soluciones para distintos factores de la composición final de la vermicompostera. El primer prototipo se realizó en cartón couché forrado por un lado. Se realizó la composición del primer prototipo el cual tenía como principal función, la Se generaron dos tipos de cosecha de humus sólido, mediante un cajón y bandejas deslizables.

-El compartimiento considerado para contener el humus líquido, cumple con un volumen adecuado, pero se debe desarrollar la manera en que se captura el líquido.

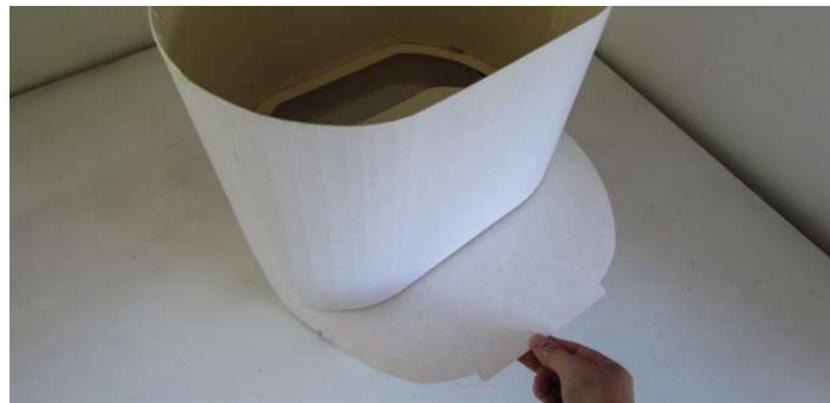
-Este prototipo no considera el volumen del hardware, debido a que este aún estaba en desarrollo, por lo que se deberá tener en cuenta para el próximo prototipo.

CONCLUSIÓN PROTOTIPAJE INICIAL

-El alto del prototipo se deberá modificar unos centímetros debido a las medidas ergonómicas del usuario y las medidas estándar de los muebles que se consideran en una cocina promedio.

-Las dimensiones generales del prototipo se deben aumentar, ya que están centímetros cúbicos bajo lo requerido.

-Tras probar dos métodos diferentes para la cosecha de humus sólido, ninguno de ellos logra cumplir con una usabilidad sencilla y fácil de manejar.



COSECHA HUMUS SÓLIDO

Bandeja completamente extraíble que funciona como fondo del primer contenedor de desechos, lombrices y tierra. Al momento de la extracción de esta, cae sobre el primer cajón destinado a la recolección de humus sólido.



Fig. 41: Prototipado de cosecha humus sólido. Elaboración propia.

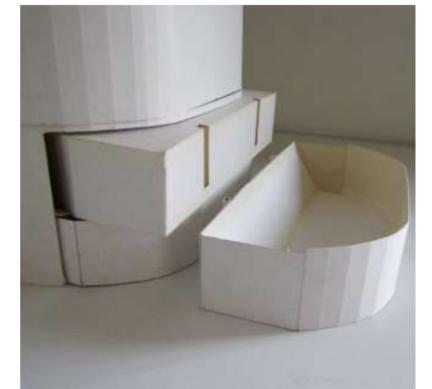
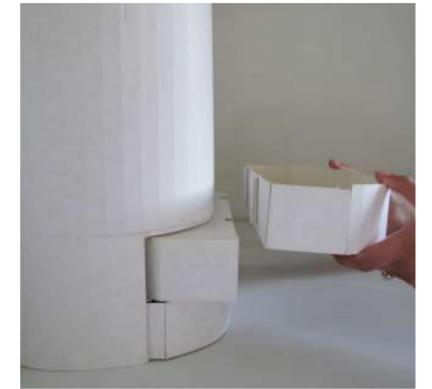
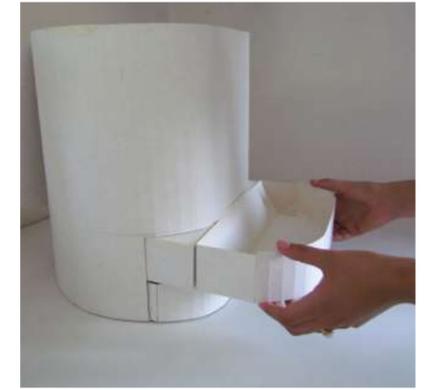
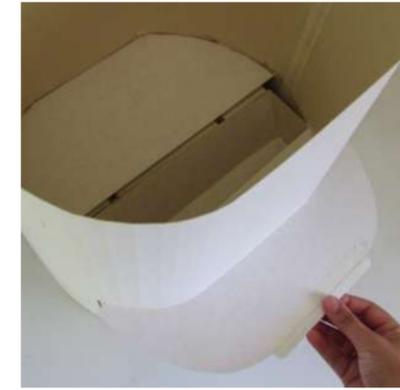


Fig. 42: Prototipado cosechas humus sólido y líquido. Elaboración propia.



HUMUS LÍQUIDO

Detalle de cajón destinado a la recolección y extracción de humus líquido.

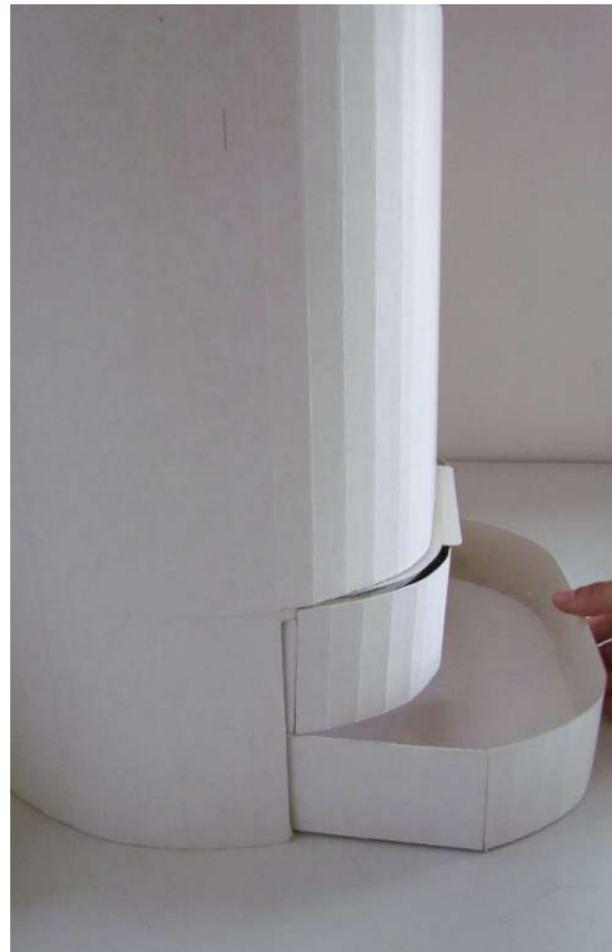


Fig. 43: Prototipado de cosecha humus líquido. Elaboración propia.

6.3.3 PROTOTIPAJE FINAL

El prototipaje final se desarrolló mediante la construcción de un prototipo integral en cuanto a estructura, ya que asemeja el ensamblaje del cuerpo interno con la carcasa externa.

También explora la disposición del hardware, nuevo tipo de cosecha de humus sólido y mejora la noción de los volúmenes considerados para cada etapa del proceso.

El prototipaje final se realizó en cartón couché forrado por una cara. Se probó la conectividad con el sistema, según la arquitectura iot detallada en los antecedentes. Lo que dio paso a las instrucciones específicas de operatividad y sincronización que los usuarios deben realizar al comenzar el uso de la Vermi.

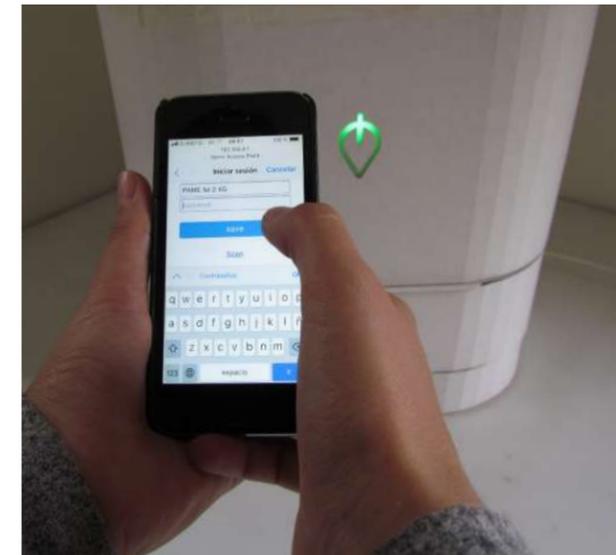
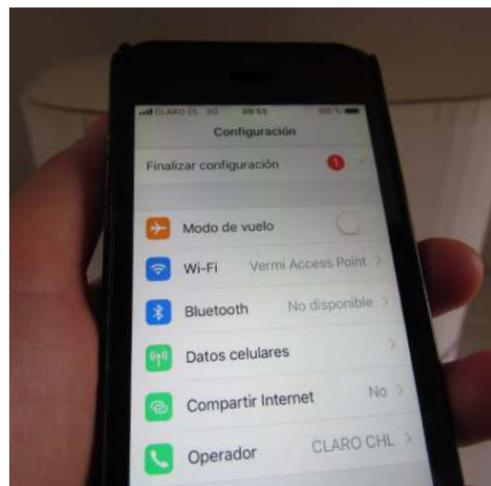
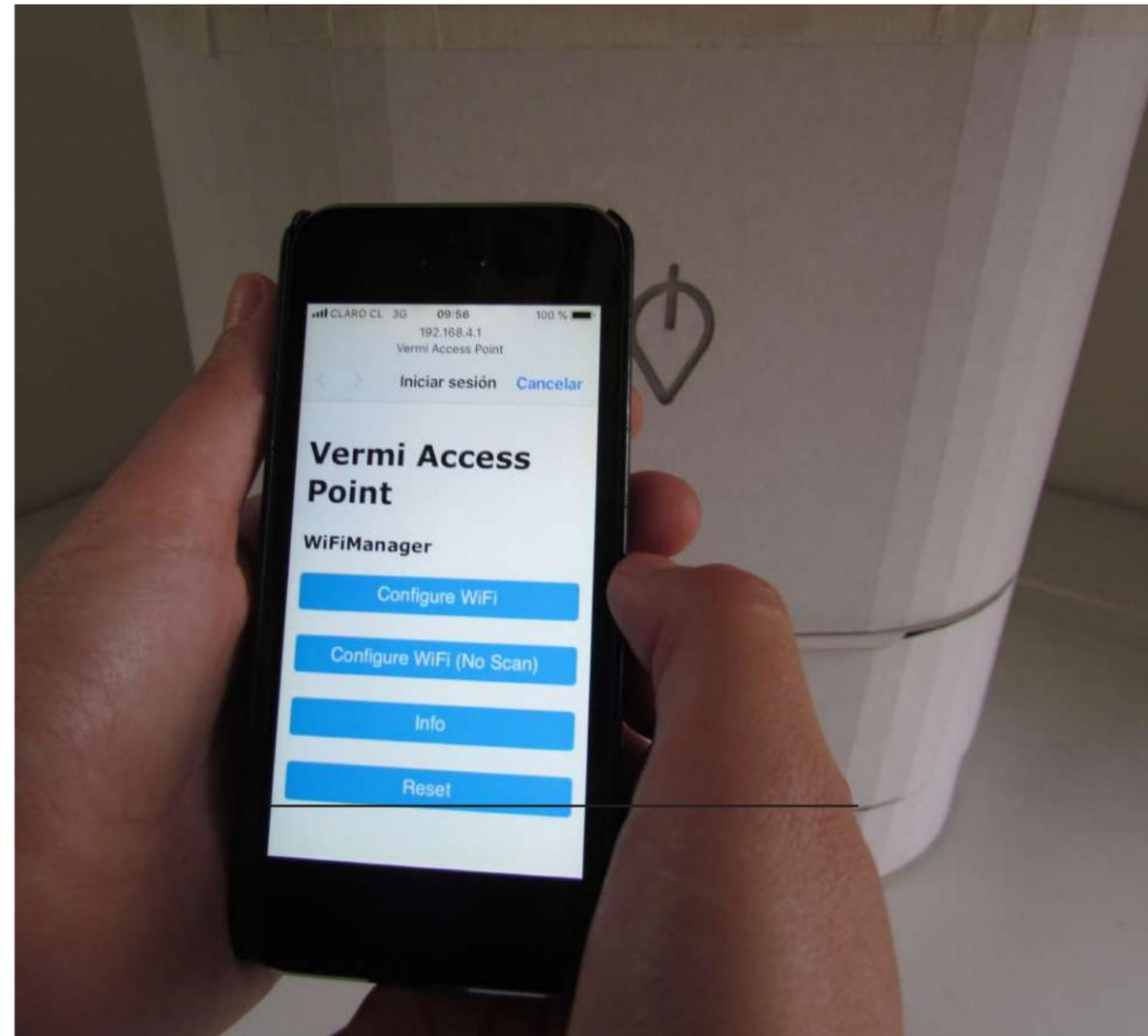
También se construyó un prototipo enfocado en solamente el cajón de humus sólido, al que se le agrega una bandeja extraíble bajo un filtro especializado para tamizar el humus extraído y facilitar al usuario este proceso.

A continuación se lista la secuencia de pasos que permiten conectar la Vermi a la red Wifi del usuario final. Estas instrucciones han sido redactadas en conjunto con usuarios potenciales de la Vermi.

1. Enchufe la Vermi y enciéndala. El indicador comenzará a parpadear en verde, indicando que está lista para configurar la **conexión Wifi**.
2. Vaya al menú de **Ajustes** de su dispositivo y conéctese a la red wifi **Vermi Access Point** e introduzca la contraseña **Vermi123**. Ignore las advertencias de internet no disponible. Si su dispositivo es **marca Apple** vaya al **paso 4**.
3. Abra el navegador web (Google Chrome, Mozilla Firefox) y escriba **192.168.4.1** en la barra de navegación. Espere a que cargue la página en el navegador.
4. Haga click en el botón **Configure Wifi**.
5. De la lista de redes disponibles, seleccione la **red de su hogar e ingrese su contraseña**. Se verá el mensaje Credentials Saved y el indicador se mantendrá fijo en verde, indicando que la conexión a la red fue exitosa. El indicador rojo fijo indica valores anormales de temperatura o humedad.
6. Consulte la aplicación móvil para más detalles.

(extracto trabajo de memoria Matías)
Instrucciones de conectividad

Conexión al Wifi



CONECTIVIDAD Y SINCRONIZACIÓN

Paso a paso de la primera sincronización y conectividad a wifi de la vermi a la red del hogar. Detalles del nuevo indicador led, compuesto por el logo del proyecto. El color rojo indica problemas en la Vermi, verde parpadeante indica desconexión de la web, y verde fijo que todo esta estable.



Fig. 44: Prototipado y prueba de sincronización a Wifi. Elaboración propia.



SISTEMA BANDEJAS

Detalle filtro, bandeja extraíble y compartimiento para dejar la bandeja.

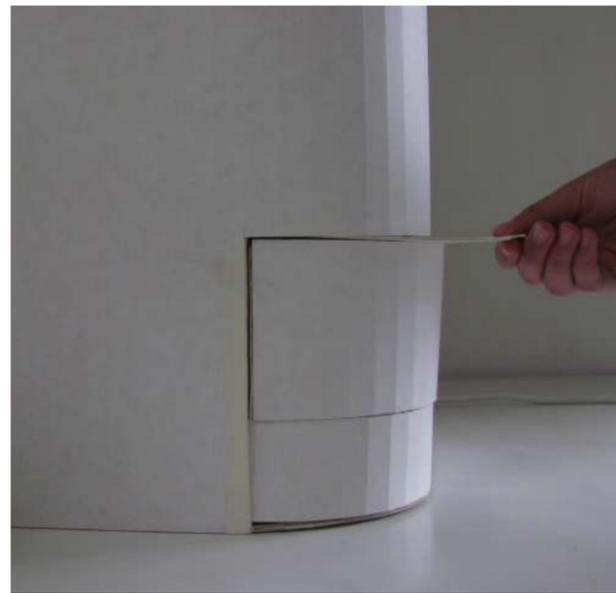
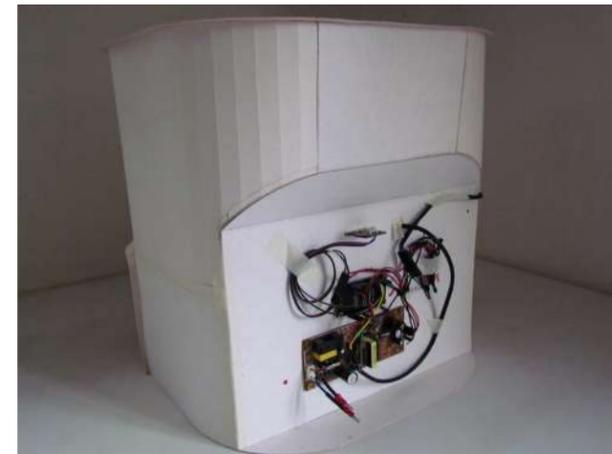


Fig. 45: Sistema de bandejas.
Elaboración propia.



INTERIOR Y HARDWARE

Exploración en la disposición de los elementos principales del hardware.

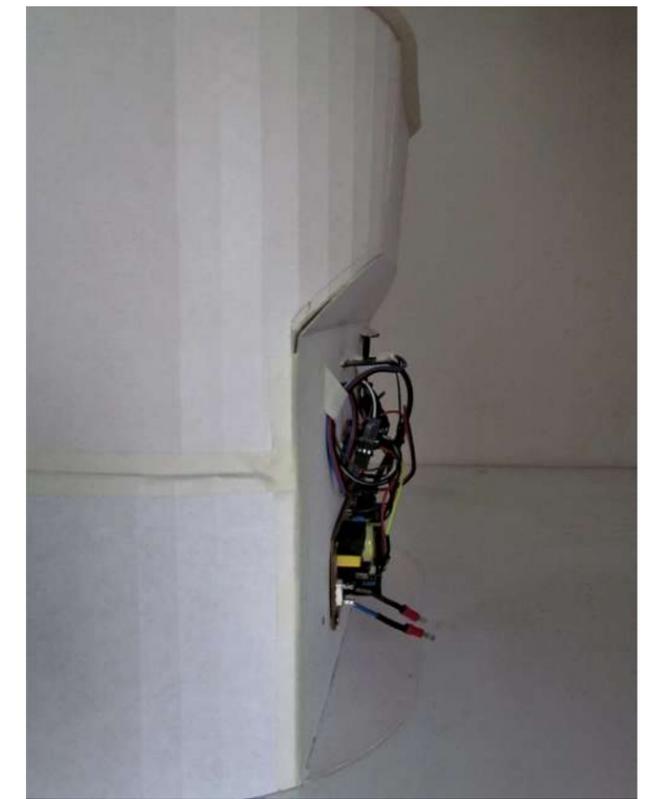


Fig. 46: Prueba de disposición hardware.
Elaboración propia.



Fig. 47: Prototipo cajón humus sólido.
Elaboración propia.

CONCLUSIÓN PROTOTIPAJE FINAL

-Con este prototipo se logró una comprensión estructural que considera un electrodoméstico, ya que se diseñó pensando en un cuerpo interior y un cuerpo exterior (carcasa) como por ejemplo lo hace un microondas. Esto permite que el hardware cuente con el suficiente espacio para distribuirse en el almacén de la vermi.

-Los volúmenes considerados tanto para contener el material orgánico y hardware se mantienen para el prototipo final satisfaciendo adecuadamente sus debidos requerimientos. El volumen del cajón de humus sólido y líquido se deberán re considerar por algunos centímetros cúbicos, ya que exceden el volumen requerido, y se puede aprovechar para entregar mayor volumen al contenedor de material orgánico.

-El diseño del filtro base para la primera sección de la vermi se debe mejorar ,ya que no cumple con los requerimientos de la propuesta conceptual de diseño.

-El sistema de bandeja considerado para conectar el primer nivel con el cajón de humus sólido, funcionó bien por lo que se deberá mejorar en algunos detalles para el siguiente prototipo.

-El sistema para cierre, apertura, captación de humus líquido, diseño de revolvedor y su disposición, no se resuelven en este prototipo.

-La disposición del hardware e indicador led se resuelven, pero se deberán considerar detalles en el almacén interior, para la distribución de cableado y sujeción de placas y aperturas para colocar los sensores.

-Se debe considerar una pieza que esté a la base de la vermi entregando altura entre la superficie y la estructura con sistema para guardar y entregar una mejor terminación de salida al cable.

6.4 CONSTRUCCIÓN VERMI 2 FUNCIONAL

El prototipo funcional final se conformó mediante MDF dimensionado en corte láser y sellado con aceite de linaza de 4 mm e impresión 3D de ABS y PLA . Las partes se unen, enmasillan y liján para pasar a la fase de pintura donde se le aplicó una primera capa de primer y una capa de pintura acrílica blanca semi brillante.

Finalmente se realizó la instalación eléctrica conjunto a Matías, la cual se dispone de igual manera que el producto final.

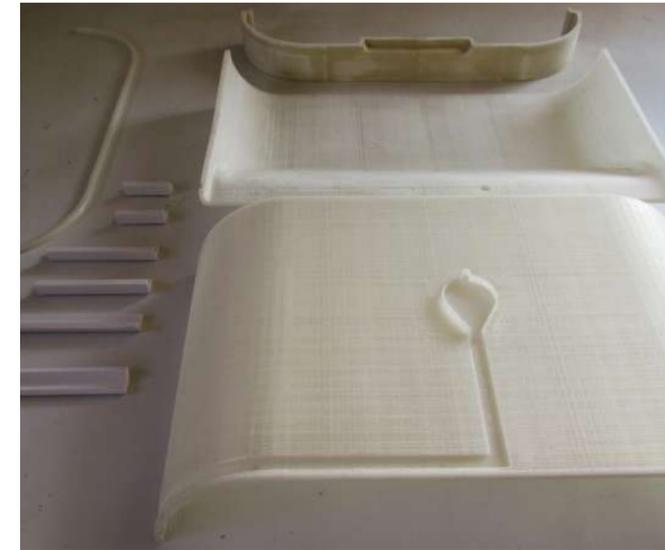


Fig. 48: Proceso constructivo de Prototipo Funcional final.
Elaboración propia.

6.5 CONSTRUCCIÓN VERMI 2 VISUAL

Para la construcción del prototipo visual se construyó una estructura de base terciado de 9 12 y 3 mm cortada y mecanizada en router CNC. Estas fueron unidas y ligadas para conformar el cuerpo general de la Vermicompostera. Se utilizó una plancha de melamina con una capa de aluminio la cual se cortó y se plegó sobre la estructura de madera para otorgar el aspecto visual de la vermicompostera. Se agrega una parte del hardware que consiste en el transformador, el cable de potencia y un Led.



Fig. 49: Proceso constructivo de Prototipo Visual final.
Elaboración propia.



6.6 PRODUCTO FINAL

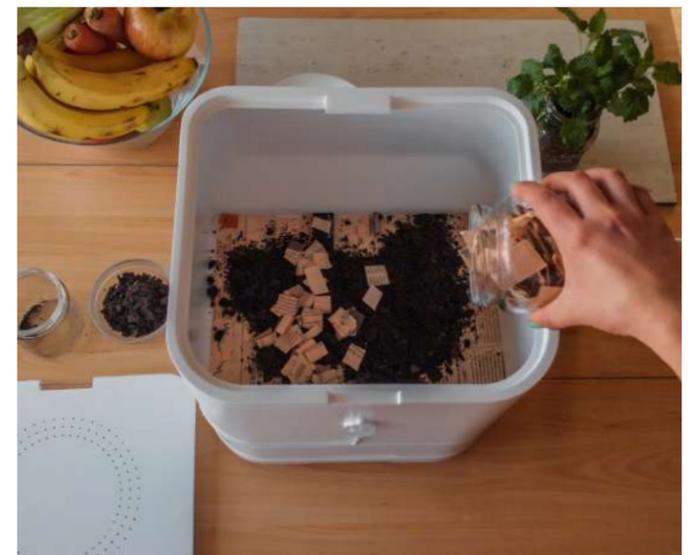
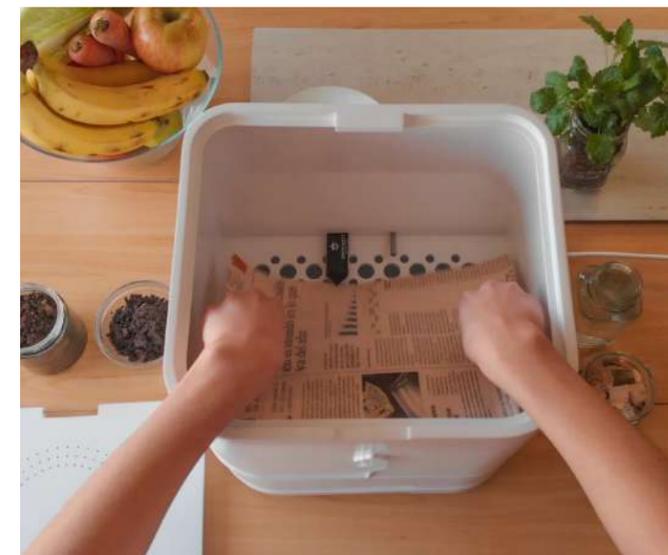
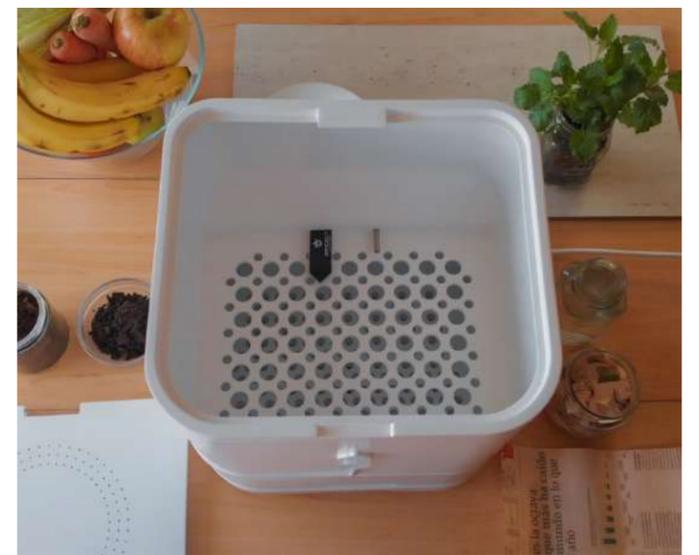
Vermi 2 consistió en el prototipo final realizado para este proyecto, el cual se acerca lo más posible a lo que es el producto final. Para esto se realizaron dos prototipos que diesen a entender de manera integral tanto el funcionamiento del modo a operar de la vermicompostera, tanto como la estética final con la que contaría.

Ambos prototipos son considerados como prototipos beta, ya que si bien asimilan de manera cercana al producto final, no cumplen en su totalidad con las materialidades consideradas para su fabricación.



PRIMER USO Y USO DIARIO

Fig. 50 de izquierda a derecha, el paso a paso de la primera instalación con los elementos básicos a tener en cuenta en el uso diario.

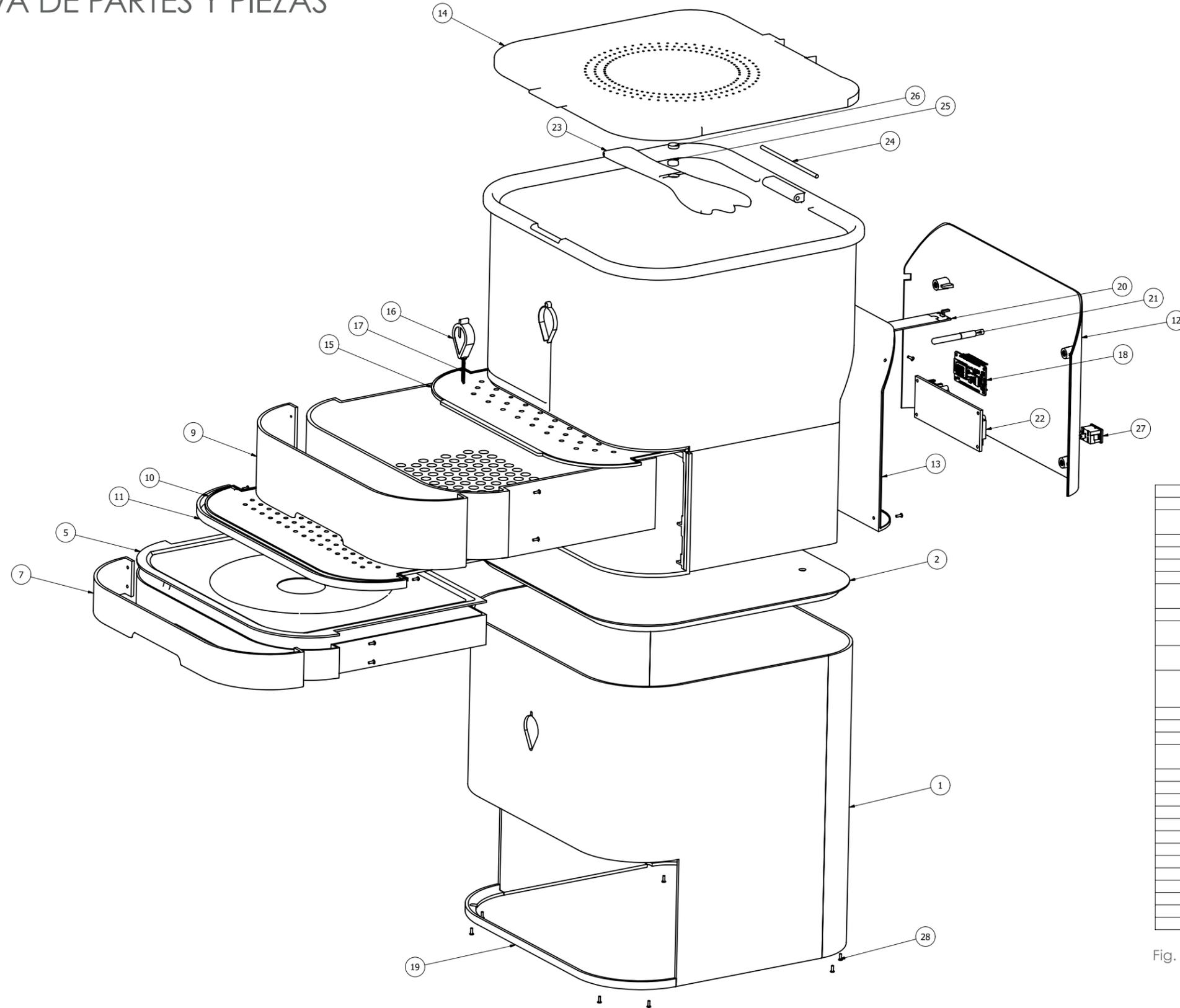


RENDER FINAL



Fig. 51: Modelo 3D general y explosiva.
Elaboración propia

EXPLOSIVA DE PARTES Y PIEZAS



ITEM	CANTIDAD	PARTES	DESCRIPTION
1	1	Cuerpo base	
2	1	Contenedor materia orgánica	
3	1	Cuerpo interior	
4	1	Cuerpo interior inferior	
5	1	Recibidor humus líquido	
6	1	Cajón humus sólido	
7	1	Tapa frontal cajón humus líquido	
8	1	Cajón humus Líquido	
9	1	Tapa frontal Cajón humus sólido	
10	1	Bandeja extraíble Cajón humus sólido	
11	1	Tapa frontal Bandeja extraíble Cajón humus líquido	
12	1	Carcasa hardware	
13	1	Carcasa hardware 2	
14	1	Tapa	
15	1	Bandeja extraíble cuerpo interior	
16	1	Indicador led	
17	1	Led RGB 5mm	
18	1	Arduino ESP8266 V3	
19	1	Tapa terminación carcasa	
20	1	Sensor de humedad	Fabricado por DFRobot
21	1	Sensor de temperatura	DS18B20
22	1	Transformador	Entrada 220V
23	1	Revolvedor	
24	1	Cilindro bisagra	
25	1	Imán revolvedor	Neodimio 12 x 3 mm
26	1	Imán tapa	Neodimio 12 x 3 mm
27	1	Switch on off	
28	24	Tornillos	M2.5 x 6mm

Fig. 52: Explosiva y partes. Elaboración propia

6.6.1 HARDWARE

Los elementos electrónicos utilizados para el prototipo final realizado, consistieron en:

Led RGB: Indicador que se encarga de entregar el estado general de la Vermi.

Sensor de Temperatura DS18B20: Este sensor puede ser alimentado en un rango de 3.3 [V] a 5 [V], cuenta con una cubierta impermeable siendo idóneo para el ambiente de la vermicompostera. compuesto por un cable rojo para alimentación, negro para tierra y amarillo para transmisión de datos.

Sensor de Humedad Capacitivo: Sensor analógico, que es alimentado entre un rango de 3.3[V] a 5[V] compuesto por dos placas aisladas, un dieléctrico que las separa y una placa amplificadora de señal.

Microcontrolador ESP8266: El ESP8266MOD, también conocido como ESP12-E Module, es un módulo basado en el microchip ESP8266EX y está diseñado para ser una solución de conectividad robusta frente a condiciones externas, operando correctamente en un rango de temperaturas que va desde los -40 hasta los 125°C. El ESP8266MOD posee puertos periféricos digitales estándar, una antena Wifi de 2.4[Ghz] y un amplificador de potencia de +25dBm. Su tamaño

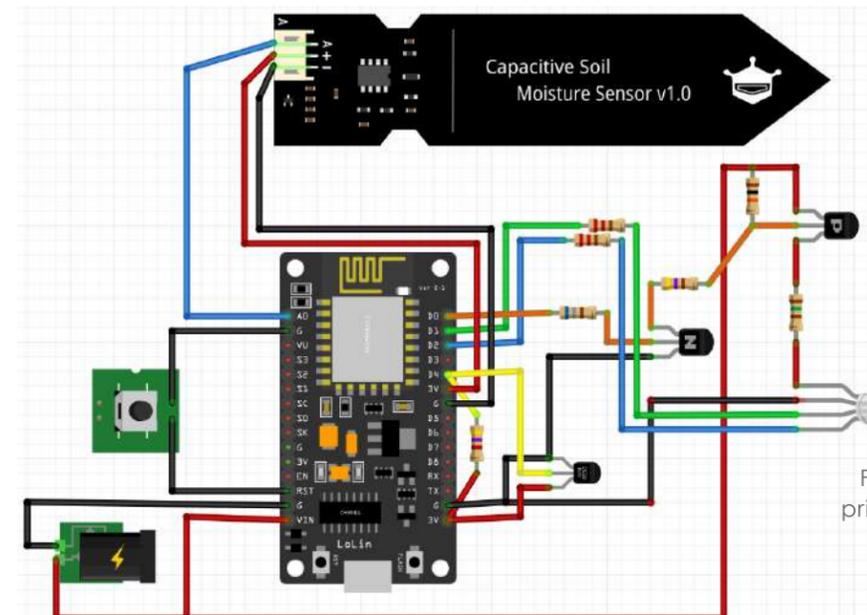
compacto, bajo precio y compatibilidad lo hacen un microchip ideal para prototipar proyectos de internet de las cosas (extracto matias).

Placa NodeMCU 1.0: Esta placa agrega al ESP8266MOD reguladores de voltaje, botones embebidos de reset y un puerto micro USB para tener comunicación serial con el computador, lo cual lo hace fácil de programar.

Fuente de Alimentación y Consumo de Corriente: Fuente de voltaje de propósito general con entrada de 220 [Vac].

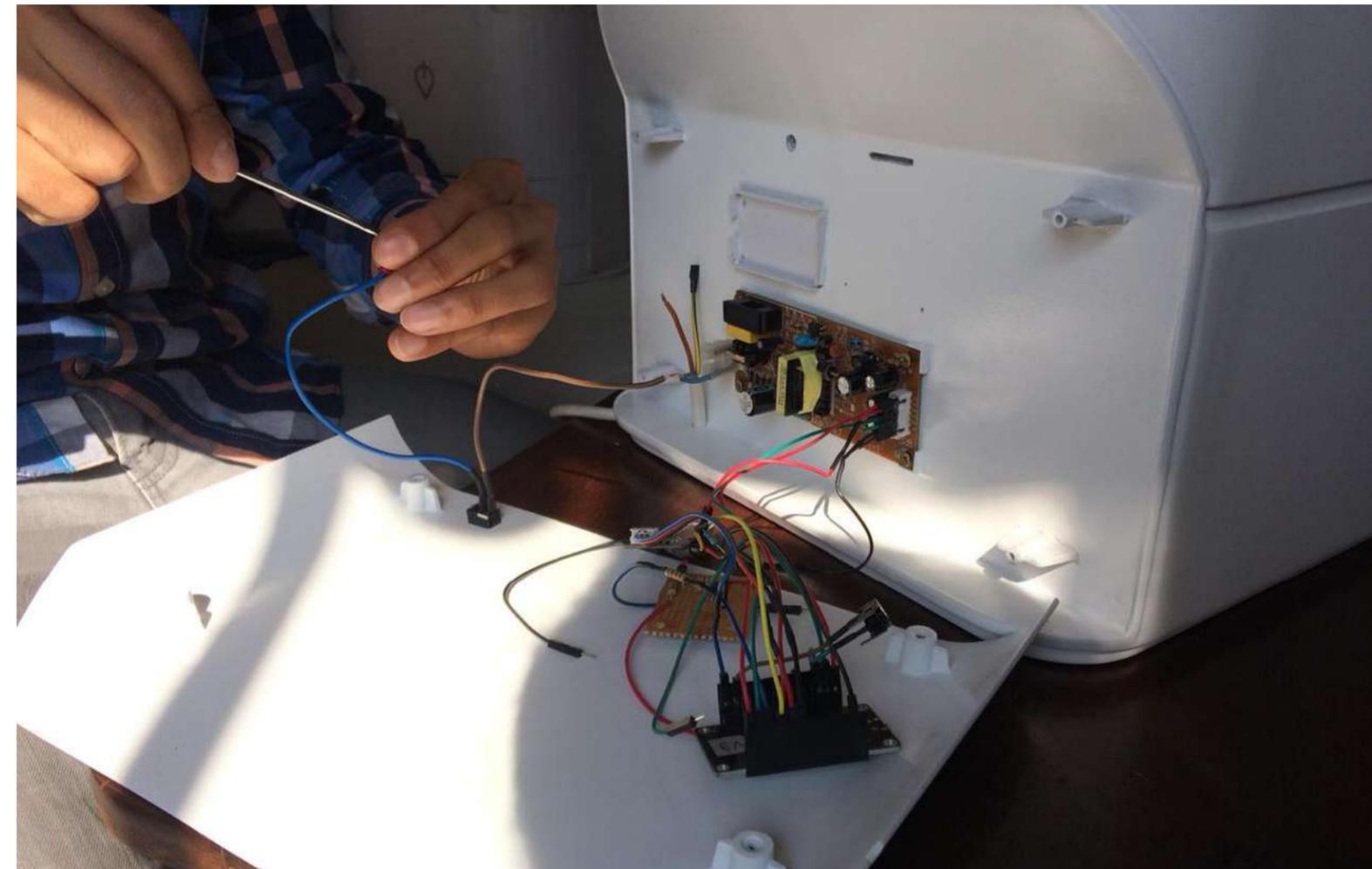
El hardware construido utiliza microcontrolador ESP8266 programado con C++ modalidad IDE2 de Arduino junto a su interfaz funcional para la conexión wifi en 2.4[Ghz]. cogió una plataforma web llamada Thunkable. la cuál cuenta con una aplicación móvil que permite una visualización en tiempo real de los cambios realizados, lo que resulta ser útil al momento de editar una aplicación.

Este circuito fue configurado y armado por Matías Zamora. La fig. 53 muestra en detalle cada componente utilizado.



HARDWARE FINAL

Fig. 53 de izquierda a derecha, el paso a paso de la primera instalación con los elementos básicos a tener en cuenta en el uso diario.



6.6.2 PROCESO PRODUCTIVO

Para la construcción de las piezas que conforman el producto de Vermicompostaje, se utilizó polímero reciclado y acero inoxidable, donde en su mayoría, para el polímero, se proyecta un proceso productivo de inyección. Para las piezas pensadas en acero inoxidable se propone un proceso productivo de Corte, plegado y ensamblado. A continuación se muestra una tabla con los procesos y materiales para la fabricación de la Vermicompostera.

Tabla 6: Procesos productivos, piezas y materialidad. Elaboración propia.

PIEZAS	PROCESO PRODUCTIVO	MATERIALIDAD
Cuerpo base	Corte, plegado, soldadura y ensamblado	Acero inoxidable
Tapa inferior base	Inyección y ensamblado	HDPE reciclado
Cuerpo interior	Inyección y ensamblado	HDPE reciclado
Cuerpo interior inferior	Inyección y ensamblado	HDPE reciclado
Recibidor humus líquido	Inyección y ensamblado	HDPE reciclado
Cajón humus sólido	Inyección	HDPE reciclado
Tapa frontal cajón humus líquido	Corte, plegado y ensamblado	Acero inoxidable
Cajón humus líquido	Inyección y ensamblado	HDPE reciclado
Tapa frontal cajón humus sólido	Corte, plegado y ensamblado	Acero inoxidable
Bandeja extraíble cajón humus sólido	Inyección	HDPE reciclado
Tapa frontal bandeja extraíble cajón humus líquido	Corte, plegado y ensamblado	Acero inoxidable
Carcasa hardware	Inyección y ensamblado	HDPE reciclado
Carcasa hardware 2	Inyección y ensamblado	HDPE reciclado
Tapa	Inyección	HDPE reciclado
Bandeja extraíble cuerpo interior	Inyección	HDPE reciclado

6.6.3 COSTOS

Para la evaluación económica del proyecto sustenta vermi, se generó un flujo de caja a nivel inversión con el objetivo de valorizar el negocio a una escala rentable considerando cada uno de los compartimientos con su respectivo molde, materia prima y proceso de manufacturación. Junto a la unión de las partes para la construcción estructural se le debe agregar el costo de diseño y el costo del hardware, valorizados en base a la complejidad y horas requeridas como la cantidad de electrónica y su instalación respectivamente. La sumatoria de estos costos nos permite determinar el valor unitario por Vermicompostera lot al dividirlo por la cantidad de producción, tomando 1.000 Vermicomposteras para la valorización final unitario.

Tabla 7: Evaluación económica. Elaboración propia.

PARTES	Moldes	Materia prima	Proceso	Costo unitario para 1.000 unidades
Cajon Humus Sólido	\$3.000.000	\$300	\$1.500	\$3.002
Cajón Humus Líquido	\$3.000.000	\$310	\$1.500	\$3.002
Carcasa Interna Pieza 1	\$7.800.000	\$1.300	\$1.500	\$7.803
Carcasa Interna Pieza 2	\$7.800.000	\$500	\$1.500	\$7.802
Tapa superior	\$2.000.000	\$2.300	\$1.500	\$2.004
Base inferior	\$2.500.000	\$4.100	\$1.500	\$2.506
Bandeja Cajón Humus Sólido	\$500.000	\$1.200	\$1.500	\$503
Total Inversión moldes	\$26.600.000	\$10.010	\$1.500	\$26.643
Carcasa externa acero inoxidable	\$19.000	\$0	\$3.300	\$22.300
Costo diseño	\$50.000			
Costo Hardware	\$30.970			
Total				\$129.920



6.7 PROCESO EXPLORATORIO: APP

La aplicación sustenta vermi fue diseñada a partir de los requerimientos de diseño específicos y basado en el concepto sintetizado de las personalidades predominantes de las usuarias. Para ellos se comenzó con una etapa de ideación y lluvia de ideas la cual se sintetizó en las principales secciones que conforman la aplicación. Se creó una plataforma didáctica donde las usuarias pueden conocer acerca del proceso de vermicompostaje con sus etapas, mayores problemas y notificaciones. Se utilizó un core de Arduino integrado con el ESP8266 que permite la conectividad y almacenamiento de datos de la Vermi, que luego son levantados a la cloud firebase que ofrece Google. De esta forma toda la información sensada es visualizada por el usuario en tiempo real por medio de una aplicación mockup construida en Thinkable gracias al lenguaje que reconoce y procesa el Arduino, denominado C++ que se codifica en el ESP8266 integrado al hardware de la Vermicompostera. Las notificaciones son activadas frente a problemas o situaciones programadas en el MockUp que identifica la data en el cloud firebase, tal como temperatura y humedad dentro de rangos permisibles y alertas para el mayor cuidado en proceso.

6.7.1 ARQUITECTURA DE LA INFORMACIÓN

Se realizó un brainstorming con los contenidos y funciones con los que la aplicación debiese contar, según los requerimientos específicos de diseño.

Los primeras funciones que se establecen son:

- La visualización del estado de la humedad y la temperatura del proceso en tiempo real.
- Notificaciones recibidas cuando alguno de los sensores mida un parámetro fuera de rango.
- Información de qué hacer cuando la temperatura o la humedad están fuera de rango.
- Información sobre las etapas del proceso.
- Los beneficios que entrega a la tierra el humus sólido y líquido. Los beneficios del vermicompostaje.

- Información educativa respecto al cuidado de las lombrices y sus características más relevantes a tener en consideración para el proceso.
- Desechos orgánicos que se pueden utilizar y los que no se debiesen utilizar en ninguna ocasión.
- Manual de uso del electrodoméstico.
- Dinamismo con la persona en su día a día.
- Sección destinada para la generación de una red comunitaria de reciclaje orgánico.

Tras la determinación de los contenidos, se procede a generar agrupaciones entre las ideas para generar las secciones a considerar para la aplicación.

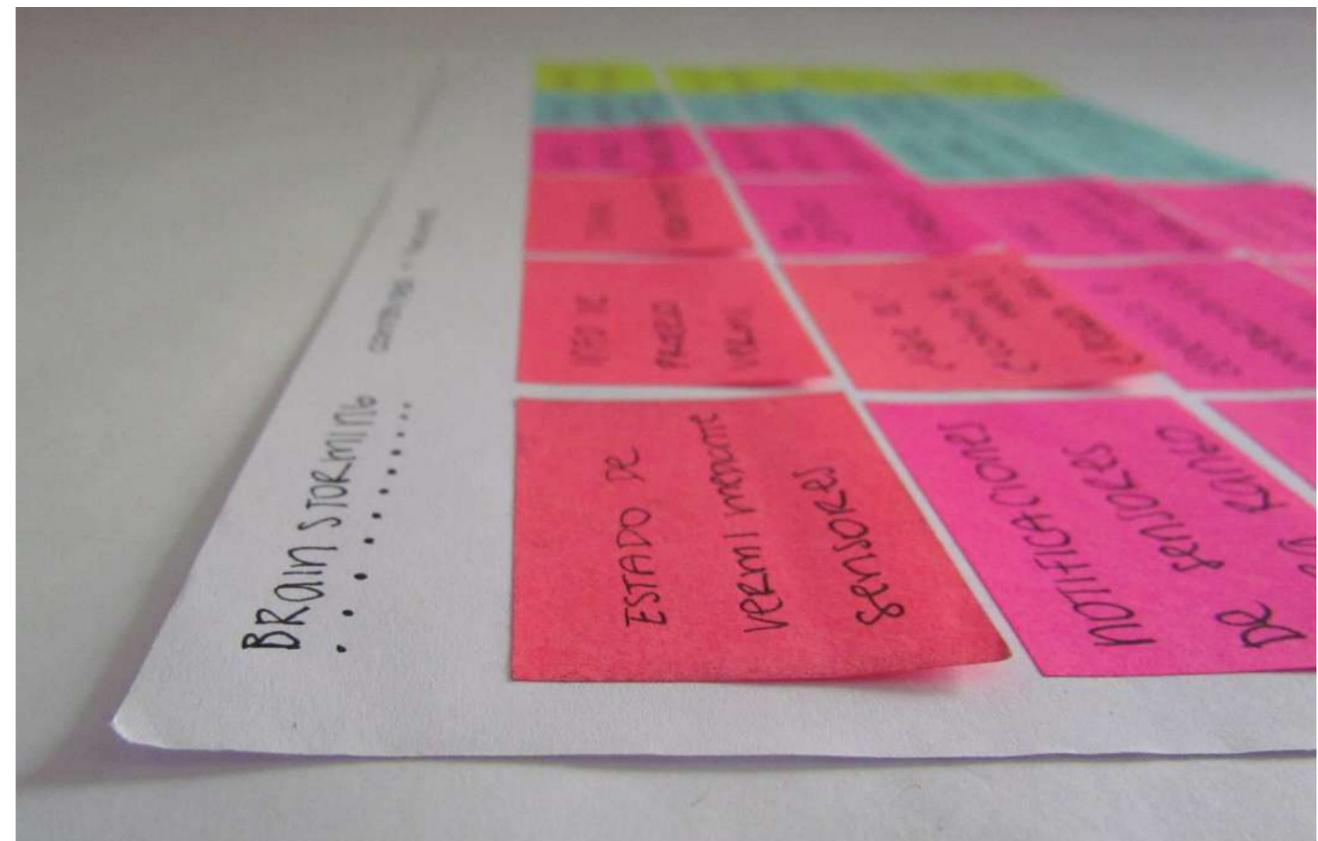
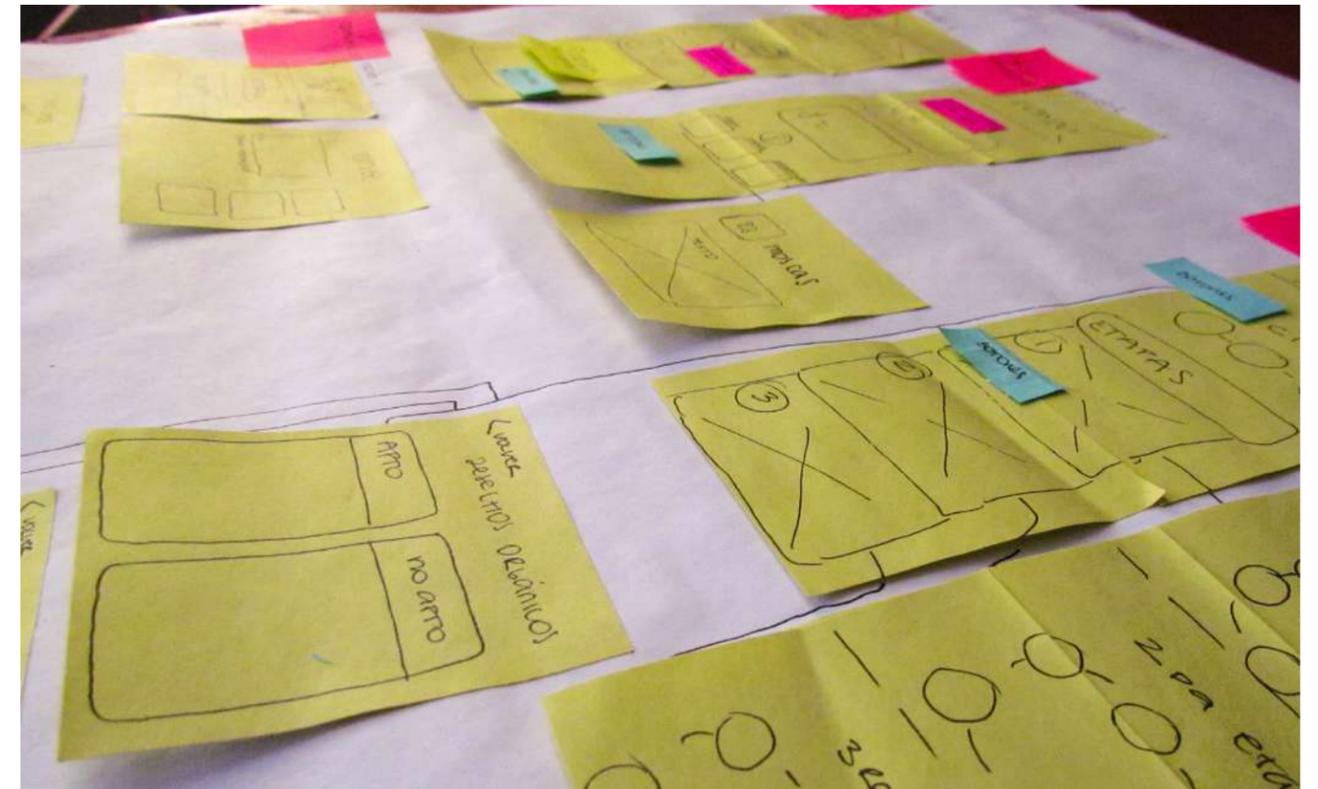


Fig. 54: Maqueta de arquitectura app y lluvia de ideas. Elaboración propia

6.7.2 DISEÑO DE INTERFAZ

El diseño de interfaz, considera tanto el diseño visual, iconográfico y funcionamiento de las diferentes secciones de la aplicación. Se desarrolló un lenguaje visual que tuviese concordancia con el concepto rescatado de las personalidades predominantes de los usuarios.

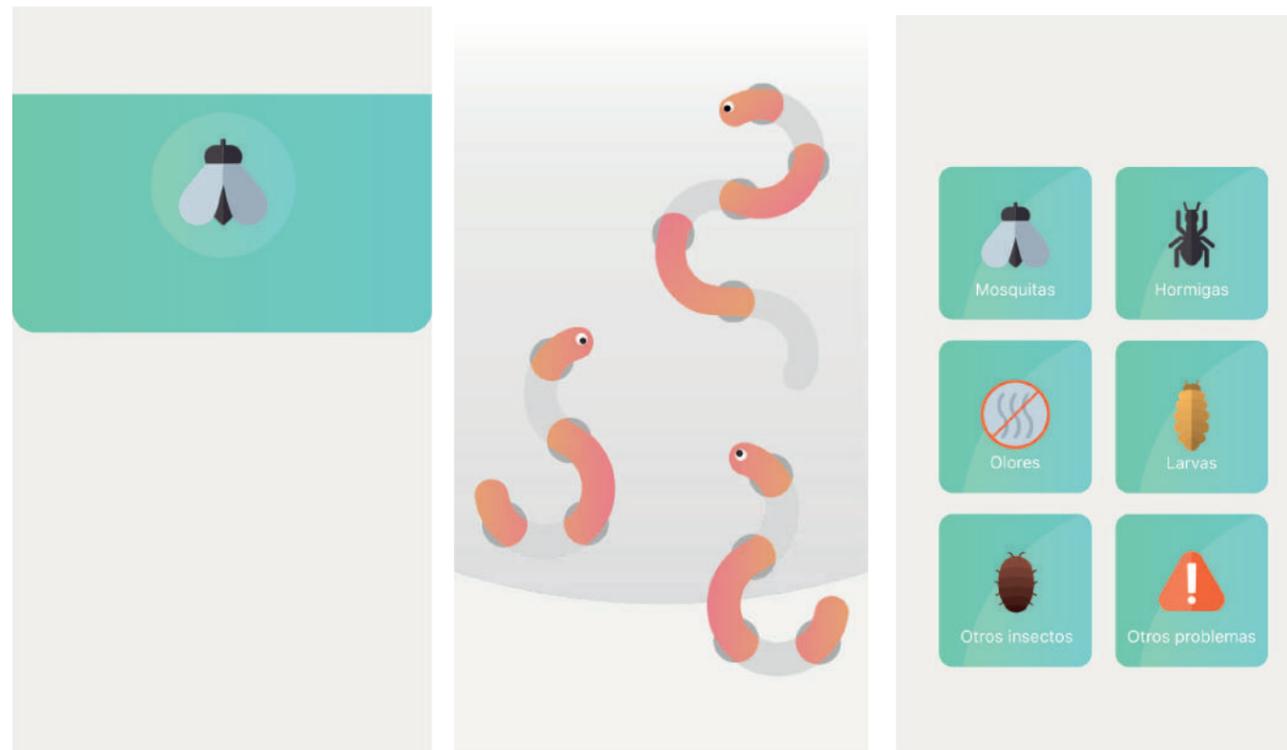


Fig. 55: Diseño básico de ciertas layers.
Elaboración propia

Para cualquier aplicación móvil se necesita un “App icon”, el cual se despliega en la pantalla inicial del smartphone del usuario una vez descargada. Para esto, se llevó a cabo una etapa de boceto rápido, para reconocer formas y posible mezcla de conceptos que lograsen sintetizar la imagen de Sustenta Vermi.

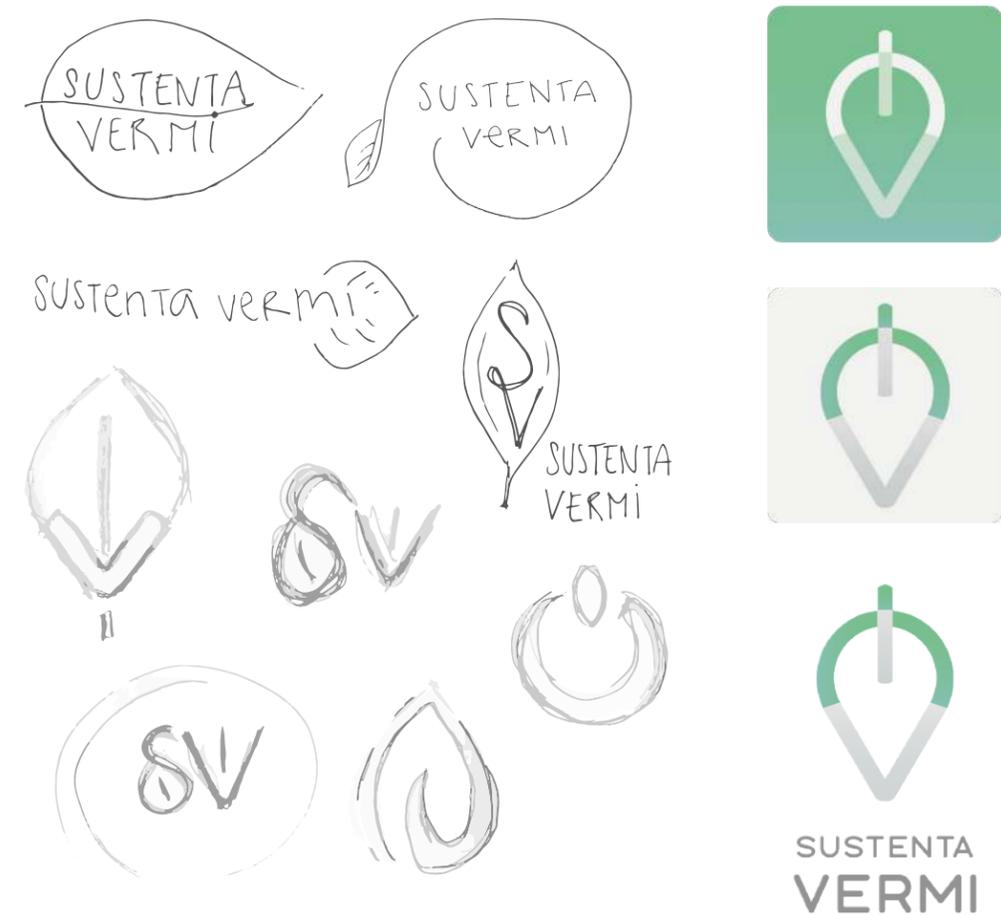


Fig. 56: Proceso diseño App Icon.
Elaboración propia

6.7.3 PRODUCTO FINAL APP

El producto final realizado en este proyecto, se trata de un MockUp de aplicación móvil funcional. Un mockup es una prueba de aplicación antes de pasar a la etapa de programación.

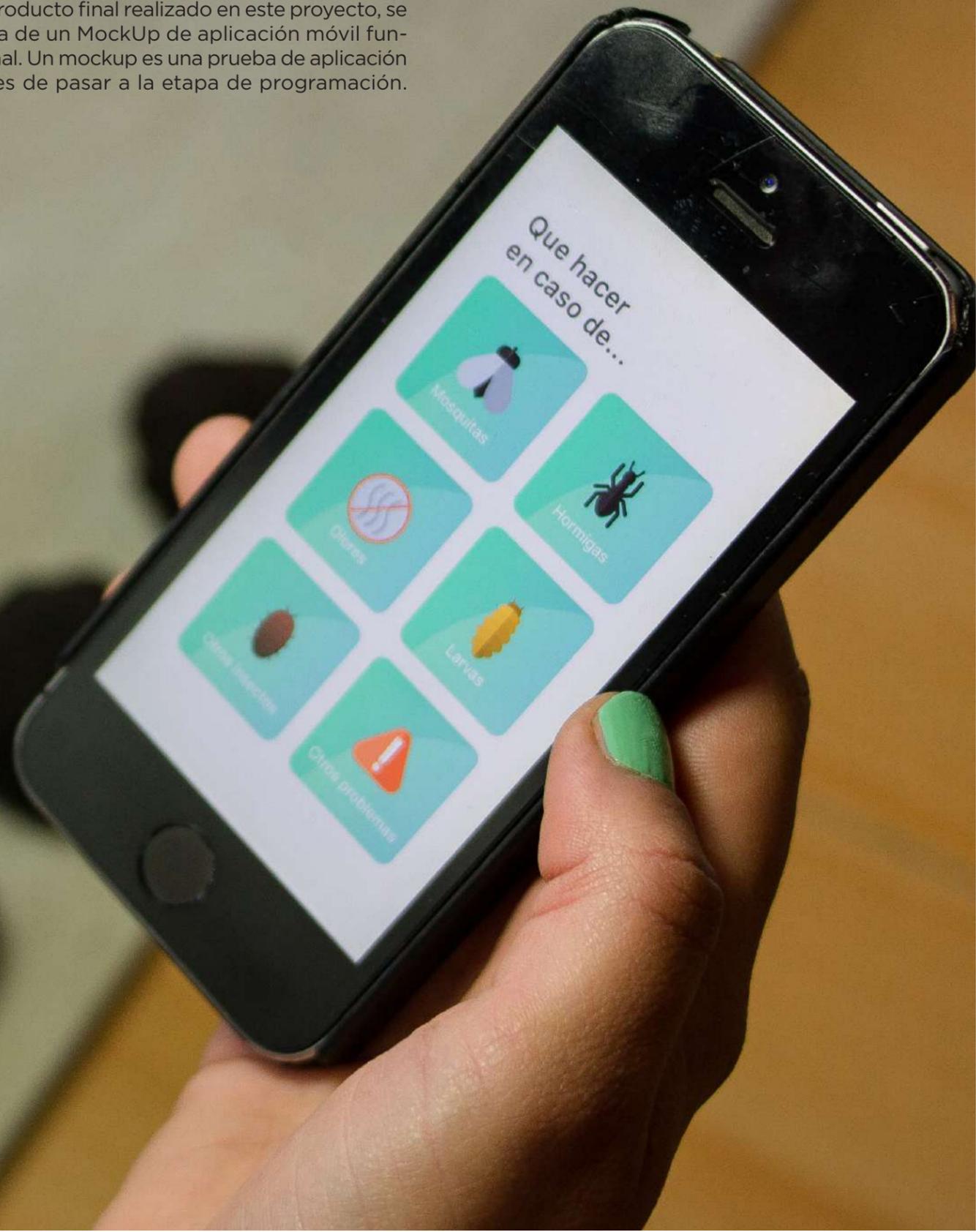


Fig. 57: Mapa de aplicación y layers de cada sección
Elaboración propia



CAPITULO 07

ANÁLISIS DE RESULTADOS

7.1 TESTEO USUARIOS

La etapa final del proceso de diseño consistió en una evaluación basada desde la primera impresión emocional producida en cada una de las usuarias que utilizaron la vermicompostera con iot y la aplicación móvil. Las usuarias que participaron del testeo fueron escogidas según el perfil predominante de usuario, consistiendo en mujeres entre 26 - 31 años, profesionales, con predominancia del área arquitectónica, artes y ciencias naturales. El testeo realizado se dividió en los siguientes pasos:

1. Bienvenida y explicación del proyecto
2. Testeo de prototipo Visual
3. Testeo de prototipo Funcional
4. Testeo Mock Up
5. Coffee break
6. Conversación abierta de lo que más y menos les gustó junto con lo que mejorarían.
7. Llenado de formulario PrEmo.

La primera impresión rescatada y observada de la reacción de las usuarias, fue de mucho interés y sorpresa ante la primera impresión frente a ambos prototipos finales. Al momento de utilizar el prototipo funcional, las usuarias mostraron mayor felicidad y satisfacción.

La prueba con la app móvil la realizaron ins-

tintivamente frente a las Vermis, y mostraron reacciones de asombro y curiosidad.

Dentro de las conversaciones abiertas se mencionaron ciertos elementos que les encantó, agregaría o cambiaría.

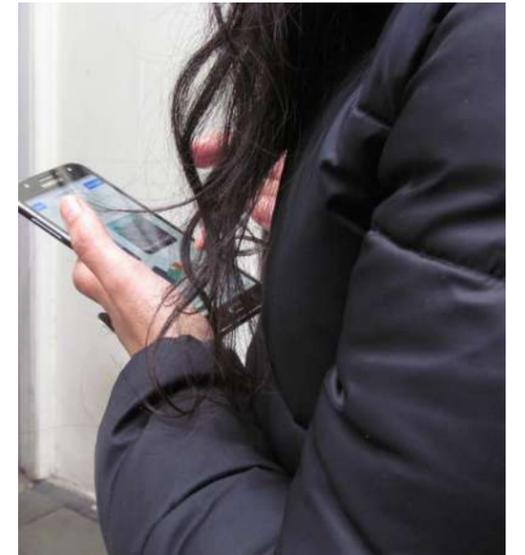
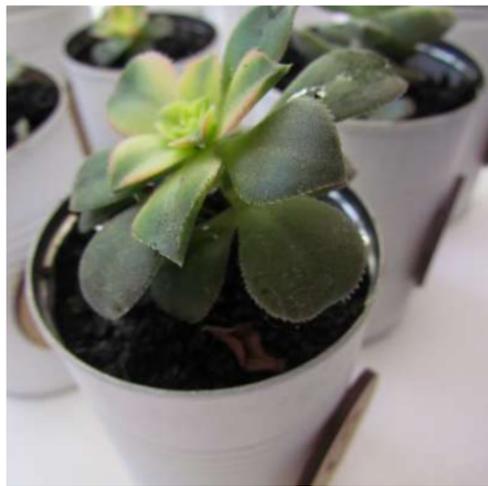
Algunas usuarias mencionaron que toda la experiencia había sido moderna, sencilla y fácil de agregar a sus departamentos.

Lo que agregarían en la aplicación móvil es un paso a paso de la primera instalación y un manual de usuario.

Otra de las cosas que mejorarían es un detalle en el agarre de los cajones, ya que el espacio considerado estaba levemente por debajo de lo que hubiese sido óptimo.

De la prueba realizada por la herramienta PrEmo en la que se definió que el ítem a haría referencia a la vermicompostera y el ítem b a la aplicación móvil, entregó un resultado muy positivo en ambos ítems.

El ítem a obtuvo un 100% de menciones que fueron de emociones positivas, destacándose la alegría, fascinación, deseo, esperanza y orgullo con un 17,2% cada uno.



TESTEO CON USUARIOS MODO FOCUS GROUP

Impresiones y recopilación de lo que fue el testeo con las usuarias. Se agregó a la muestra la vermi 1 con las lombrices y todo el proceso en desarrollo para que las chicas pudiesen comprender de manera integral lo que es y busca el proyecto.



Fig. 58: Testeo con usuarios. Elaboración propia

del ítem b se obtuvo un 100% de menciones positivas, destacándose la satisfacción con un 21,4%, seguido por el deseo y orgullo cada uno con un 17,9%.

Las figuras 59 muestran con mayor detalle el resultado de ambos ítem, observándose una respuesta positiva por parte de las usuarias tanto al relacionarse con la vermicompostera como la aplicación móvil.

Estos resultados comprueban que el producto mejora la noción emocional de la persona, revelándose como un producto con un impacto positivo en la vida de las personas.

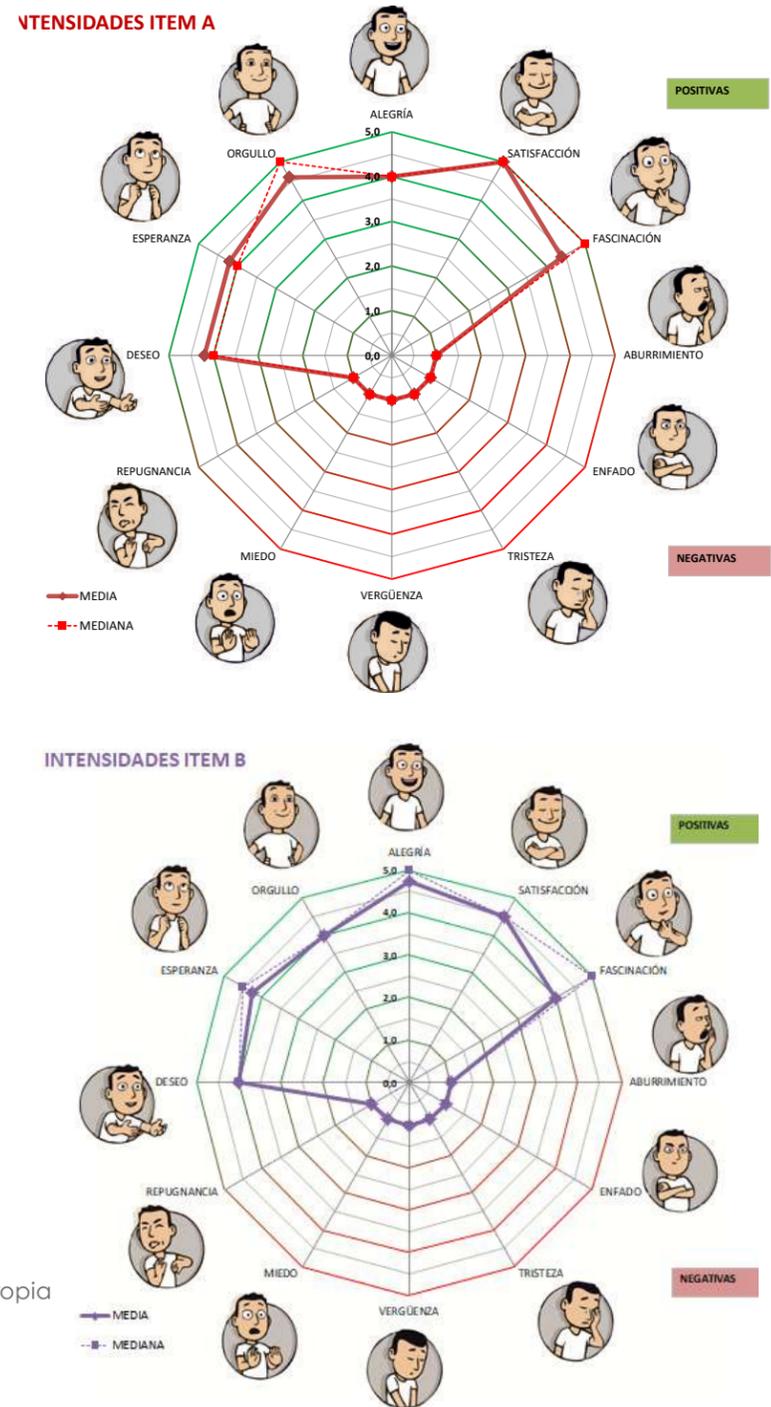


Fig. 59: Resultados PrEmo. Elaboración propia

CONCLUSIONES

Este proyecto tuvo como principal objetivo promover la valorización del reciclaje orgánico en departamentos, a través de la implementación de tecnología y optimización de la técnica.

Tras la proyección de una vermicompostera con internet de las cosas y un Mock Up de aplicación móvil que complementa la comprensión entre el proceso y el usuario, se determinó que:

- 1) Se facilita el proceso de reciclaje orgánico en el hogar, mediante un artefacto especializado en realizar esta acción, el cual se presenta como un objeto mejorado respecto a su modo de uso y relacionamiento con la persona.
- 2) La experiencia emocional y funcional del usuario se comprueba que tiene un impacto positivo y satisfactorio, lo que se midió tras la realización del testeó final con usuarios.
- 3) Se establece un nuevo canal de comunicación entre la vermicompostera con el usuario mediante el diseño de un Mock Up de aplicación móvil, el cual sirve de guía en el día a día al usuario, manteniéndolo informado del estado de su vermicompostera, notificándole de po-

sibles problemas y enseñándole más respecto al proceso de vermicompostaje.

Tras el establecimiento del sector específico a ser incluido en el hogar, se descubre una oportunidad para incluir el producto como un nuevo tipo de electrodoméstico pensado en la cocina, la cual vendría a reemplazar ciertos artefacto poco sustentables, tal como el microondas.

El modo operatorio del objeto se optimizó en todos sus aspectos, comenzando por la integración de elementos claves, como un revolver para la materia orgánica, bandejas especializadas para la cosecha y tamización de humus sólido, mejora en la cosecha de humus líquido y la conexión de la aplicación en tiempo real con la vermicompostera.

Cabe por último destacar el trabajo multidisciplinario llevado a cabo tras la realización del proyecto, situando a estudiantes dentro de un plano más profesional y la colaboración de Beauchef Proyecta por otorgar las herramientas para la proyección y crecimiento del proyecto.

PROYECCIONES

Como primer punto se nombra la programación de la aplicación móvil la cual no fue posible desarrollar en esta etapa de proyecto debido al tiempo que requiere y su complejidad. Ya que esta memoria fue multidisciplinaria, se deja como posible opción la realización de otra memoria entre un diseñador gráfico y un programador, para una mayor profundización y desarrollo en la aplicación propuesta en este proyecto.

Respecto a la proyección de la vermicompostera, si bien en esta etapa se llegó a fabricar un prototipo beta, en una continuación del proyecto se podría seguir mejorando el diseño y llegar a la fabricación de un prototipo alfa, para luego comenzar con una producción de serie corta, para terminar con la producción en masa del producto.

Para llegar a concretar este proyecto y seguir mejorándolo se estima conveniente postular a fondos corfo, startup Chile u otros que se enfoquen en la promoción de nuevas tecnologías de impacto social y medioambiental.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

Beatley, T., & London, W. C. (s. f.). *Biophilic Cities*.

Govers, P. C. M. (2004). *Product Personality*.

Desmet, P. (2013). Inaugural lecture "Positive Design".

IDEO. (2015). *Diseño centrado en las personas*.

Issa, T., & Isaias, P. (2012). *Sustainable Design: HCI, Usability and Environmental Concerns*. London: Springer London: London. <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-6753-2>

Jimenez, S., Pohlmeier, A. E., & Desmet, P. M. A. (2015). *Positive Design Reference Guide*.

Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, M. del P. B. (2014). *Metodología de la Investigación*.

W.jordan, P. (2000). *Designing Pleasurable Products*. *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

TESIS

Aránguiz Q, G. (2013). *Sistema de manejo de la fracción vegetal de RSD para su potencial reciclaje y valorización*. Universidad de Chile

Brunet Bayón, L. A. (2015). *Instalación didáctica itinerante para talleres sobre vermicompostaje : articulación de conocimientos multidisciplinarios para lograr experiencias de enseñanza-aprendizaje integrales y significativas en adulto*. Universidad de Chile.

Mugge, R. (2011). *The effect of a business-like personality on the perceived performance quality of products*. *International Journal of Design*, 5(3), 67–76. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.2011.02038.x>;

Smith, H. S., & Sims, V. K. (2008). *Emotional evaluation of a product/system*, 3319275, 133. Re-

cuperado a partir de http://search.proquest.com/docview/193672644?accountid=13042%5C-nhttp://oxfordfx.hosted.exlibrisgroup.com/oxford?url_ver=Z39.88-2004&rft_val_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:dissertation&genre=dissertations+%26+theses&sid=ProQ:ProQuest+Dissertations+%26+Theses+GI

Urtubia Díaz, N. (2014). *Vermíz. Sistema de reciclaje orgánico vegetal para el interior del hogar a través del vermicompostaje*. Universidad de Chile. Recuperado a partir de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/130538>

PUBLICACIONES Y PAPERS

ARVOL. (2012). *Manual de agricultura urbana*. Guadalajara, México: Arte y Cultura por la Evolución. Recuperado a partir de <http://blog-deazoteasverdes.wordexpress.com>

Carlos, J., & Nicolás, O. (2006). *Product personality in interaction*. Delft University of Technology

Ceschin, F., & Gaziulusoy, I. (2016). *Evolution of design for sustainability: From product design to design for system innovations and transitions*. *Design Studies*, 47, 118–163. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.destud.2016.09.002>

Céspedes León, M. C. (2004). *Manejo de la fertilidad del suelo*, 1–13.

Coles, R., & Costa, S. (2018). *Food growing in the city: Exploring the productive urban landscape as a new paradigm for inclusive approaches to the design and planning of future urban open spaces*. *Landscape and Urban Planning*, 170(November 2017), 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.10.003>

CONAMA. (2010). *Primer Reporte Del Manejo de Residuos Sólidos en Chile*.

Elgueta, G., Robertson, C., Huidobro, C., Chavez,

A., Durán, D., & Reyes, P. (2017). Santiago Humano & Resiliente. (C. Robertson, Ed.). Recuperado a partir de <http://www.100resilientcities.org/strategies/santiago-de-chile/>

FAO. (2018). Apremiar el suelo sobre el que caminamos. Recuperado a partir de <http://www.fao.org/fao-stories/article/es/c/1071075/>

FCFM. (s. f.). Beauchef Proyecta. Recuperado de <http://ingenieria.uchile.cl/facultad/ingenieria-y-ciencias-2030/beauchef-proyecta/124181/proyecto>

Fevre, C. Le. (2017). Methane Emissions: from blind spot to spotlight. Recuperado a partir de <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2017/07/Methane-Emissions-from-blind-spot-to-spotlight-NG-122.pdf>

Gardašević, G., Veletić, M., Maletić, N., Vasiljević, D., Radusinović, I., Tomović, S., & Radonjić, M. (2017). The IoT Architectural Framework, Design Issues and Application Domains. *Wireless Personal Communications*, 92(1), 127–148. <https://doi.org/10.1007/s11277-016-3842-3>

Gómez, M. (1995). El estudio de los residuos: Definiciones, tipologías, gestión y tratamiento. *Serie geográfica*, 5(1), 21–42.

GRAMA. (s. f.). Manual de Vermicompostaje. Madrid: grupo de acción para el medio ambiente.

Hakim, A. El. (2018). Internet of Things (IoT) System Architecture Internet of Things (IoT) System Architecture and Technologies, (March), 0–5.

Hoorweg, D., & Bhada-Tata, P. (2012). What a waste. A global review of solid waste management. *Urban development series*, No. 15, 1–116. Recuperado a partir de http://documents.worldbank.org/curated/en/302341468126264791/What-a-waste-a-global-review-of-solid-waste-management%0Ahttp://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387-1334852610766/What_a_Waste_2012_Final.pdf

Jouhara, H., Czajczyńska, D., Ghazal, H., Krzyżyńska, R., Anguilano, L., Reynolds, A. J., & Spencer, N. (2017). Municipal waste management systems for domestic use. *Energy*, 139, 485–506. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2017.07.162>

Lospennato, L., & Garzarón, M. (2014). Introducción al Design Thinking para emprendedores. Recuperado a partir de [Institutobaikal.com](http://institutobaikal.com)

MARM, G. de E. (2009). Manual de Compostaje. (M. de M. A. y M. R. y Marino, Ed.). Secretaría General Técnica.

MMA, G. de C. (2011). Informe del Estado del Medio Ambiente.

Mohanty, A. K., Misra, M., & Drzal, L. T. (2002). Sustainable Bio-Composites from Renewable Resources: Opportunities and Challenges in the Green Materials World. *Journal of Polymers and the Environment*, 10(1 LB-Mohanty2002), 19–26. <https://doi.org/10.1023/a:1021013921916>

Natural Marketing Institute. (2008). Consumer insights into the role of sustainability, health, the environment and social responsibility. *Understanding the LOHAS Market Report*, (March), 1–166. Recuperado a partir de http://www.lohas.se/wp-content/uploads/2015/07/Understanding-the-LOHAS-Consumer-11_LOHAS_Whole_Foods_Version.pdf

Platt, B., Bell, B., & Harsh, C. (2013). Pay Dirt Composting in Maryland to Reduce Waste, Create Jobs, & Protect the Bay. Recuperado a partir de www.ilsr.org

Román, P., Martínez, M. M., & Pantoja, A. (2013). Manual de Compostaje del Agricultor. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura para América Latina y El Caribe.

Ryedale District Council. (2014). Different types of plastics and their classification. *Compost supplementation with nutrients and microorganisms in composting process*. *Waste Management*, 69(Supplement C), 136–153. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.08.012>

Seiseddos, G. (2015). Smart Cities. *Journals.Co.Za*. Centro de Innovación del Sector Público de PwC e IE Business School. Recuperado a partir de <https://journals.co.za/content/imfo/15/1/EJC178887>

gement of urban solid waste: Vermicomposting a sustainable option. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(7), 719–729. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2011.02.005>

The Schumacher Centre for Technology & Development. (2008). Recycling organic waste. *Recycling Organic Waste*. United Kingdom. <https://doi.org/10.7326/L14-5010-5>

Villegas Cornelio, V. M., & Canepa Laines, R. J. (2017). Vermicomposting: I progress and strategies in the treatment of organic solid waste. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(2), 393–406. Recuperado a partir de <http://www.redalyc.org/pdf/2631/263150548012.pdf>

Wei, Y. Q., Zhao, Y., Fan, Y. Y., Lu, Q. A., Li, M. X., Wei, Q. B., ... Wei, Z. M. (2017). Impact of phosphate-solubilizing bacteria inoculation methods on phosphorus transformation and long-term utilization in composting. *Bioresource Technology*, 241, 134–141. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.05.099>

NORMAS

NCh2880. (2004). Norma Chilena 2880 Compost: Clasificación y requisitos. Instituto Nacional de Normalización, 1–27.

SITIOS WEB

www.lesgallinules.fr/lombrics.html
www.micompas.com
www.gardeners.com
www.alasieradzka.wordpress.com
www.poetschke.de
<https://cloudponics.com/>

