UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA
SANTIAGO - CHILE

"SOFTWARE COMO SERVICIO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CONDOMINIOS"

CRISTOPHER ALEJANDRO MUÑOZ LEIVA

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL EN INFORMÁTICA

Profesor Guía: Carlos Buil

Noviembre- 2019

DEDICATORIA

A mi abuelo Miguel y mi abuela María, ambos siempre me apoyaron e incentivaron para llegar a ser un profesional.

AGRADECIMIENTOS

Les agradezco especialmente a mi familia, mi madre Jaqueline, mi padre Johnny, mi hermana Paloma y mi hermana Camila, por a la paciencia y el apoyo, las vueltas por la playa y los momentos en familia que me han dado.

Agradezco a mi amigo Diego por las tardes de deporte y las conversaciones emocionales, no habría logrado finalizar mi carrera sin su apoyo.

A mi amigo Felipe, Matías, Iván y Andrea, por las buenas tardes que pasamos juntos jugando, me ayudaron enormemente a relajarme.

Agradezco a mis amigos Francisco y Alonso, por todas las aventuras que vivimos juntos para finalizar este proyecto.

Finalmente agradezco a mi amiga Denis, Macarena y Laura, por el gran apoyo emocional que me brindaron. Cada una me ayudo a su manera, aunque no hablemos mucho ahora, lo agradezco.

RESUMEN

La gestión de residuos domiciliarios en Chile es bastante deficiente, este se caracteriza por tener índices de reciclaje muy bajos, y casi no considerar el residuo orgánico, siendo este el que se genera en mayor medida en los hogares chilenos. En base a este desafío surge una solución que aproveche la tecnología, para realizar recolección y tratamiento de residuos orgánicos en condominios. En el siguiente informe nos enfocamos mayoritariamente en las interfaces asociadas a la solución, y en él como una visión y metodología centrada en los usuarios permiten detectar requerimientos, para desembocar en la validación de un sistema usable e intuitivo.

Palabras Clave: Gestión de Residuos, Interfaz Usuario, Software como Servicio.

ABSTRACT

The management of household waste in Chile is quite poor, this is characterized by having very low recycling rates, and almost not considering organic waste, this being the one that is generated to a greater extent in Chilean house. Based on this challenge, a solution emerges that takes advantage of technology, to carry out collection and treatment of organic waste in condominiums. In the following report we focus mainly on the interfaces associated with the solution, and on it as a vision and methodology focused on users allow to detect requirements, to lead to the validation of a usable and intuitive system.

***Keywords*:** Waste Managment, User Interface, Software as a Service.

GLOSARIO

API: Application Programming Interface
BD: Base de Datos
CCN: CleanCityNetworks
CEO: Chief Executive Officer
CONAMA: Departamento de Comunicaciones Comisión Nacional de Medio Ambiente
CRUD: Create Read Update Delete
CSS: Cascading Style Sheets
DBMS: Database Management System
DOM: Documental Object Model
FORM: Fracción Orgánica de residuos Municipales
HTML: HyperText Markup Language
HTTP: Hypertext Transfer Protocol
IoT: Internet of things
JSON: JavaScript Object Notation
JSX: JavaScript XML
MCI: Meta Crucialmente Importante
MVC: Model-View-Controller
MVP: Minimal Viable Product
MVVM: Model-View-ViewModel
PEAD: Polietileno de alta densidad
PEBD: Polietileno de baja densidad
PET: Polyethylene Terephthalate
PHP: Hypertext Preprocessor
PP: Polipropileno
PS: Poliestireno
QMIC: Qatar Mobility Innovations Center
REST: Representational State Transfer
RSM: Residuos Sólidos Municipales
SaaS: Software as a Service
Scus: Software como un Servicio
SOAP: Simple Object Access Protocol
SPA: Single Page Aplication
SQL: Structured Query Language
SSL: Secure Sockets Layer
SUS: System Usabilty Scale
TI: Tecnologías de la Información
UI: User interface
URL: Uniform Resource Locator
UTFSM: Universidad Técnica Federico Santa María.
UTM: Unidad Tributaría Mensual
UX: User Experience
XML: Extensible Markup Language.

INDICE CONTENIDO

RESUMEN ..... **Error! Bookmark not defined.**4
ABSTRACT 4
GLOSARIO 5
INDICE CONTENIDO 6
ÍNDICE DE FIGURAS 9
ÍNDICE DE TABLAS 11
INTRODUCCIÓN 13
Contexto 13
Memorias Multidisciplinarias 13
Desarrollo de una solución 14
CAPÍTULO 1: DEFINICIÓN DEL PROBLEMA 15
1.1 Comunidad EcoUrbe 15
1.2 Actores del sistema 15
1.3 Problemas y oportunidades 17
CAPÍTULO 2: MARCO CONCEPTUAL 21
2.1 Estado del Arte 21
2.1.1 Estado del Arte Internacional. 21
2.1.2 Estado del Arte en Chile: 23
2.1.3 Conclusiones estado del Arte. 25
2.2 Software como un Servicio 25
2.3 Fuentes de Datos 26
2.3.1 Sensores 26
2.3.2 Placas programables 26
2.4 Front-end, Back-end y Full stack 27
2.5 Herramientas de trabajo 27
Framework 27
2.5.1 PHP 28
2.5.2 Python 28
2.5.3 JavaScript 28

2.5.4 Aplicaciones Híbridos 31
2.6 Interfaz Usuario 32
2.6.1 Experiencia Usuario UX 32
2.6.2 Usabilidad 32
2.6.3 Usabilidad vs Experiencia Usuario 32
2.6.4 Entendiendo al Usuario 33
2.6.5 Heurísticas de Nielsen 33
2.7 Metodología de Trabajo: Lean UX 35
2.7.1 Design Thinking 35
2.7.2 Agile 35
2.7.3 Lean 35
2.7.4 Principios Lean UX 35
2.7.5 Procesos de Lean UX 36
CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE SOLUCIÓN 38
3.1 La solución 38
Diagrama General de la Solución 39
3.2 Arquitectura de Software 40
Modelo de datos del sistema 40
3.3 Interfaz Usuario 42
3.3.1 Análisis actores del sistema. 43
3.3.2 Usuarios de la solución 46
3.3.3 Historias de usuario 47
3.3.4 Requisitos Funcionales 48
3.4 Metodología de trabajo 50
3.4.1 Supuestos del equipo 50
3.4.2 Creación de MVP 51
3.4.3 Experimentación y feedback de los usuarios 53
3.4.4 Interfaces del sistema 54
CAPÍTULO 4: VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN 56
4.1 Análisis experto 56
4.1.1 Análisis experto Análisis Experto por Francisco Salazar 56
4.1.2 Análisis Experto por Ignacio Huaiquin. 57

4.1.3 Feedbacks: 58
4.2 Encuestas Usabilidad 60
4.2.1 Tipos de entrevistado 60
4.2.2 Muestra 60
4.2.3 Escenarios y metas. 61
4.2.4 Cuestionarios estándar. 61
4.2.5 Preguntas SUS: 62
4.2.6 Resultados SUS 62
4.2.7 Task Time 66
4.3 Conclusiones validación. 68
Referencias 73
ANEXOS A: Comunidad Ecourbe. 78
Organigrama de la comunidad 78
Modelo de Gestión comunidad Eco-Urbe. 79
Ciclo de gestión de residuos en comunidad Eco Urbe 80
Rendimiento del sistema de gestión de residuos 81
Anexo B: Detalles de los procesos de la solución 86
Separación en Origen 86
Recolección. 88
Tratamiento 90
Valorización 86
Anexo C Modelo de datos de la solución. 89
Anexo D Interfaces del Sistema 90
Anexo E Capas de la solución 93
Anexo F Instructivos del sistema. 96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de contexto que ilustra a los actores involucrados en el proceso de gestión de residuos en Eco Urbe y sus interacciones. 16
Figura 2: Placa Arduino Uno 27
Figura 3: Número de proyectos creados en GitHub para Angular, Vue y React. Fuente: codeinwp.com blog angular-vs-vue-vs-react 30
Figura 4 Modelo para un sistema aceptable Fuente: Libro User Experience Remastered pag 6 33
Figura 5 Procesos iterativos de la metodología Lean UX. Fuente: Lean UX Applying Lean Principles to Improve User Experience pag 18 [36] 36
Figura 6: Diagrama general de la solución, contempla tanto los procesos físicos como los procesos lógicos. Fuente: Elaboración propia. 39
Figura 7: Diagrama de arquitectura de software y los servicios que contempla la solución. Fuente: Elaboración propia. 40
Figura 8: Usuarios del modelo de datos del sistema Conciencity. Fuente: Elaboración propia. 41
Figura 9: Parte del modelo de datos del sistema donde se contempla la relación entre el Reciclador y Residente y sus respectivos dispositivos inteligentes. 41
Figura 10: Parte del modelo de datos que evidencia las relaciones que tiene la Comunidad. Fuente: Elaboración propia. 42
Figura 11: Jerarquía trabajadores EcoUrbe. Fuente: Elaboración propia. 43
Figura 12: mock-up primer MVP del sistema, vista del usuario Residente. Fuente: elaboración propia. 51
Figura 13: mock-up segundo MVP del sistema, vista del usuario Residente. Fuente: elaboración propia. 52
Figura 14: mock-up tercer MVP del sistema, vista del usuario Residente. Fuente: elaboración propia. 52
Figura 15: Gráfico de puntajes SUS calculados por preguntas para los grupos A y B. Fuente: Elaboración propia. 64
Figura 16: Gráfico de puntajes SUS calculados por preguntas según tipos de usuarios. Fuente: Elaboración propia. 64
Figura 17: Gráfico de Task Time según tipos de usuarios en segundos. Fuente: Elaboración propia. 67
Figura 18: Estructura funcional de la comunidad Eco Urbe. Fuente: Elaboración propia. 78
Figura 19: Ciclo de la gestión de residuos de la comunidad EcoUrbe. Fuente: Elaboración propia basada en la documentación entregada por Fundamenta. 80
Figura 20: de residuos reciclados en la comunidad EcoUrbe Enero 2017-Marzo 2018 Fuente: Documentación entregada por Martín Garrido, Jefe de Sustentabilidad de Inmobiliaria Fundamenta. [3] 81

Figura 21: Cantidad de residuos reciclados por tipo de material en la comunidad EcoUrbe Enero 2017-Marzo 2018. Fuente: Documentación entregada por Martín Garrido, Jefe de Sustentabilidad de Inmobiliaria Fundamenta. [3] 82
Figura 22: Diagrama detallado de procesos del sistema. Fuente: elaboración propia. 86
Figura 23: Modelo de datos del sistema. Fuente: Elaboración propia. 89
Figura 24: Interfaz del sistema vista del usuario Residente. Fuente: Elaboración propia. 91
Figura 25: Interfaz del sistema vista usuario Administración. Fuente: Elaboración propia. ...91
Figura 26: Interfaz del sistema vista usuario Reciclador. Fuente: Elaboración propia. 92
Figura 27: Interfaz del sistema vista usuario Conciencity. Fuente: Elaboración propia. 92
Figura 28: capas de la solución. Fuente: elaboración propia. 93
Figura 29: Aquitectura de hardware de la balanza inteligente. Fuente: elaboración propia. 94
Figura 30: Arquitectura de hardware de la vermicompostera inteligente. Fuente: elaboración propia. 95
Figura 31: Modelo de los datos enviados a la API. Fuente: elaboración propia. 95
Figura 32: Página principal instructivos Residente. Fuente: Elaboración propia. 96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Datos empresa Big Belly Fuente: Elaboración Propia 21
Tabla 2: Datos empresa Ecu-Labs Fuente: Elaboración Propia 22
Tabla 3: Datos empresa Compta Emerging Bussines Fuente: Elaboración Propia 22
Tabla 4: Datos empresa Smartup Cities Fuente: Elaboración Propia 23
Tabla 5: Datos empresa Compology. Fuente: Elaboración propia. 23
Tabla 6: Datos empresa Sensoneo. Fuente: Elaboración propia. 23
Tabla 7: Datos empresa Urbanatika Chile. Fuente: Elaboración propia. 24
Tabla 8: Datos empresa Ecoven Chile. Fuente: Elaboración propia. 24
Tabla 9: Datos empresa ReciclaApp Chile. Fuente: Elaboración propia. 25
Tabla 10: Datos empresa Bicicla Chile. Fuente: Elaboración propia. 25
Tabla 11: cuadro comparativo Frameworks basados en JavaScript Fuente: elaboración propia. 30
Tabla 12: Ventajas y desventajas de aplicaciones hibridas. Fuente: Elaboración propia. 31
Tabla 13: Análisis actor Conserje del edificio Fuente: Elaboración propia. 44
Tabla 14: Análisis actor Encargado de aseo y ornato. Fuente: Elaboración propia. 44
Tabla 15: Análisis actor Mayordomo del edificio. Fuente: Elaboración propia. 45
Tabla 16: Análisis actor Encargado de torre. Fuente: Elaboración propia. 45
Tabla 17: Análisis actor Residente. Fuente: Elaboración propia. 45
Tabla 18: Análisis actor Comité administración. Fuente: Elaboración propia. 46
Tabla 19: Primer Análisis Experto, por Francisco Salazar. Fuente: Elaboración propia. 57
Tabla 20 Segundo Análisis Experto, por Ignacio Huaiquin. Fuente: Elaboración propia. 58
Tabla 21: Cambios en el sistema en base a el Análisis Experto. Fuente: Elaboración propia. 59
Tabla 22: Escala de Likert. Fuente: Elaboración propia. 62
Tabla 23: Respuesta SUS grupo A. Fuente: Elaboración propia. 62
Tabla 24: Respuesta SUS grupo B. Fuente: Elaboración propia. 63
Tabla 25: Problemas de usabilidad detectados. Fuente: Elaboración propia. 65
Tabla 26: Acciones mitigadores de los problemas de usabilidad detectados. Fuente: elaboración propia. 66
Tabla 27: Resultados en segundos Task Time. Fuente: Elaboración propia. 67
Tabla 28: Lista con los materiales que contempla el modelo de gestión en la comunidad EcoUrbe. Fuente: Elaboración propia, basada en la documentación entregada por Fundamenta. [3] 79
Tabla 29: Distribución de la cantidad de departamentos habitados por mes en la comunidad Eco Urbe. Fuente: Elaboración propia, basada en la documentación entregada por Fundamenta. [3] 83
Tabla 30: Distribución de la cantidad de residuos reciclados por mes en la comunidad Eco Urbe. Fuente: Elaboración propia, basada en la documentación entregada por Fundamenta. [3] 84

Tabla 31: Determinación de la cantidad de residuos reciclados por mes en la comunidad Eco Urbe. Fuente: Elaboración propia, basada en la documentación entregada por Fundamenta. [3] 84
Tabla 32: Eficiencia lograda por el sistema de gestión de residuos considerando la MCI propuesta por Fuente: Elaboración propia, basada en la documentación entregada por Fundamenta. [3] 85
Tabla 33: Riesgos y mitigación de riesgos en etapa de valorización. Fuente: Elaboración propia. 87
Tabla 34: Clasificación de residuos compostables. Fuente: Elaboración propia. 87
Tabla 35: Riesgos y mitigación de riesgos en etapa de separación en origen. Fuente: Elaboración propia. 87
Tabla 36: Riesgos y mitigación de riesgos en etapa de recolección. Fuente: Elaboración propia. 88
Tabla 37:Rriesgos y mitigación de riesgos en etapa de transformación. Fuente: elaboración propia. 90

INTRODUCCIÓN

La gestión de residuos en comunidades como las de los edificios en Chile es muy básica, ya que se acogen a la forma tradicional de gestión, la cual contempla un sistema en el que los desechos son retirados y dispuestos en rellenos sanitarios y/o vertederos. Para que esta labor se pueda sostener económicamente, cada municipio adopta el mecanismo de recaudar fondos a través de un pago por concepto de "derecho de aseo domiciliario" que pagan todos los habitantes de la comuna. Sin embargo, debido en gran medida a la falta de educación cívica, los usuarios no tienen conocimiento de este cobro, quedando su deuda impaga y teniendo la falsa creencia de que el servicio de la "basura" es gratuito. [1]
La Región Metropolitana corresponde a la región más generadora de Residuos Sólidos Municipales (RSM) del país; en donde la Fracción Orgánica de residuos Municipales (FORM) corresponde al 53% de los RSM. Estos se refieren a restos de cocina, vegetales de tamaño pequeño, césped, hojas y poda, donde su tasa de valorización es menor al 10%, desaprovechando la materia prima en que se éstos se pueden convertir. [2]

Contexto

Inmobiliaria Fundamenta nace el año 2008 como un conjunto de proyectos inmobiliarios, buscando aplicar el concepto de ecoeficiencia en varios de los servicios que proveen sus edificios. De manos de Fundamenta, nace la comunidad Eco Urbe, proyecto con 626 departamentos distribuidos en dos edificios creado por Fundamenta y emplazados en Ñuñoa, la comuna más antigua del sector oriente del Gran Santiago.
El modelo de gestión que opera actualmente en la comunidad EcoUrbe fue diseñado de tal manera que responda a una serie de medidas a los objetivos fijados por *Fundamenta.*
Aunque este es uno de los mejores sistemas de gestión de residuos y reciclaje, este presenta diferentes problemas que desencadenan dolores a distintos usuarios. Entre ellas la falta de valorización de los residuos orgánicos. [3]

Memorias Multidisciplinarias

El programa de Memorias Multidisciplinarias de la Universidad Técnica Federico Santa María corresponde a un programa que une alumnos de diferentes disciplinas, de tal forma de abordar un problema de manera profesional, acercándose lo más posible a la realidad.
En base a esto, se analizó e implementó el desafío propuesto por nuestro equipo, relacionado a un sistema integral para la gestión de residuos orgánicos domiciliarios y el desafío propuesto por Fundamenta, relacionado a la mejora de su sistema de reciclaje en condominios. Se abordó la problemática de Fundamenta, enfocándose en el reciclaje de residuos orgánicos, para ello se creó un equipo multidisciplinario cuyo principal objetivo sería la implementación de un prototipo funcional ubicado en la comunidad EcoUrbe. Cabe mencionar que una parte importante del trabajo fue el desarrollo colaborativo del equipo para cumplir entregables y finalizar el prototipo. [4]

Desarrollo de una solución

Para abordar el problema se consideró una solución con diferentes capas: operacional, software y hardware. Esta solución comprende la diferenciación de los residuos en el hogar, mediante la colaboración de los residentes, estos entregan sus residuos, los cuales son censados y enviados a procesos de transformación, ubicados en el mismo condominio.
Se utilizan aparatos inteligentes con tal de captar datos, para posteriormente ser enviados a un sistema de información.
Finalmente, el sistema de información, que es el tema que en mayor medida trata este trabajo, corresponde a un sistema capaz de ser utilizado de forma intuitiva por los diferentes usuarios que comprenden la solución.

Para el desarrollo se utilizó la metodología de trabajo Lean UX, en la cual se realizaron diferentes iteraciones, con tal de acercarse a un diseño enfocado en el usuario, pero que cumpla con los requerimientos planteados inicialmente. Para ellos se realizó un análisis de los dolores de los diferentes actores, se detectaron requerimientos y se implementó la solución, en un trabajo colaborativo con los miembros del equipo.

Finalmente se realizaron diferentes acercamientos con los usuarios, con tal de obtener retroalimentación y obtener una validación adecuada del sistema. Para ello se utilizaron diferentes técnicas y encuestas que permitieron medir el nivel de usabilidad del sistema.

CAPÍTULO 1: DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Aunque Fundamenta plantea un buen sistema de recolección de residuos, existe una serie de dolores y problemáticas que se ven desencadenadas en los actores del sistema. Problema como el precio del gasto común, el bajo índice de residuos reciclados y la falta de tratamiento de restos orgánicos, generan una posible oportunidad para abordar el problema con un enfoque distinto.

1.1 Comunidad EcoUrbe

Como se mencionó anteriormente EcoUrbe posee un método de gestión de residuos impuesto por *Fundamenta*, este se caracteriza poseer closets ecológicos en cada piso, donde los residentes de dicho piso pueden depositar sus residuos reciclables. Posteriormente estos residuos son retirados por un encargado de Aseo para ser dirigidos a la sala de gestión. Aquí los residuos son empaquetados y retirados por la empresa de reciclaje Triciclo, los cuales, además de recibir un pago por el servicio, proporcionan reportes a la comunidad cada cierto tiempo (ver anexo 1 para mayor información).

1.2 Actores del sistema

La gestión de residuos en EcoUrbe posee una serie de actores involucrados, los cuales presentan diferentes características.

- **Residente:** Persona que habita el departamento, puede ser copropietario o arrendatario. Es el generador de residuos y encargado de realizar el pago del gasto común, la separación en origen de los residuos potencialmente reciclables y de llevar el resto de residuos al lugar destinado para ellos, el *shaft* de basura. Además, es quien debe adoptar las herramientas de gestión propuestas por la Inmobiliaria.

- **Comité administración:** Entidad encargada de velar por los intereses de la comunidad en torno a los servicios prestados por las demás entidades involucradas en el proceso de gestión de residuos. También propone, evalúa e implementa soluciones en favor de la comunidad.

- **Administrador:** Encargado de proveer insumos y personal de aseo para la operación del proceso de gestión de residuos. También se encarga de gestionar el pago del gasto común realizado por los copropietarios y destina parte de éste al proceso de gestión de residuos.

- **Fundamenta:** Empresa inmobiliaria encargada de suministrar las herramientas necesarias para llevar a cabo el proceso de gestión de residuos de la comunidad de manera que pueda sostenerse de forma autónoma y sustentable. Fundamenta entrega los edificios con la infraestructura inicial necesaria para que se efectúe el reciclaje, esto es; contenedores, closets ecológicos, etc. Una vez que el edificio entra en operación, la inmobiliaria se desliga y todo lo necesario para que continúen correctamente las labores de reciclaje dependerá de la comunidad.

- **Triciclos:** Empresa de reciclaje que realiza el pretratamiento del material reciclable provisto por cada residente y recolectados por el personal de aseo. Triciclos además de recibir un pago por este servicio[1], este debe proporcionar reportes que consideren las cantidades de material reciclado por la comunidad.

- **Recolector municipal:** Servicio de recolección provisto por el municipio, el cual no contempla la separación de residuos.

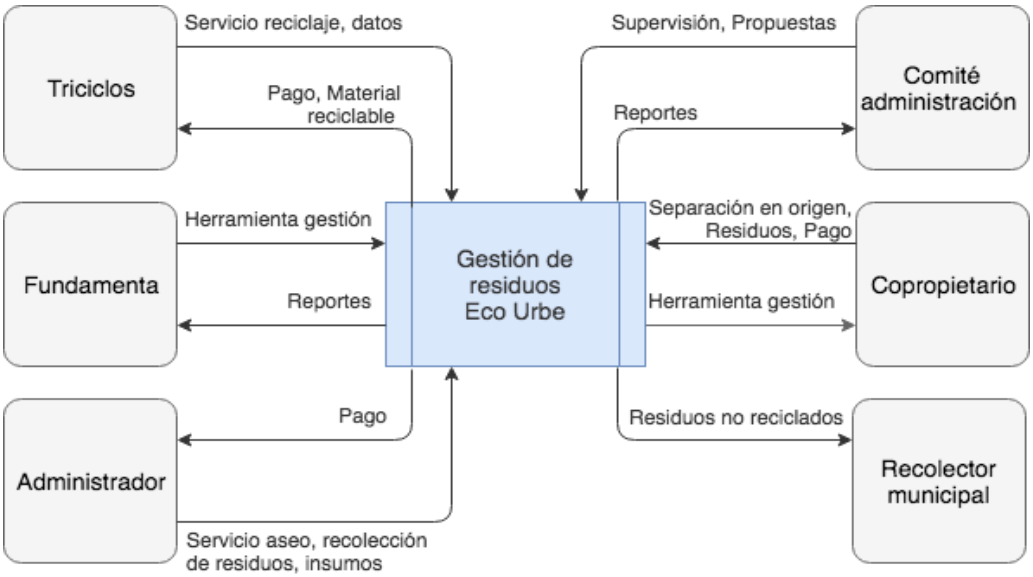

Figura 1 Diagrama de contexto que ilustra a los actores involucrados en el proceso de gestión de residuos en Eco Urbe y sus interacciones.

Fuente: Elaboración Propia

A pesar de que los índices de efectividad son altos, se debe hacer hincapié que la Inmobiliaria Fundamenta con la meta que se ha establecido, no está logrando reciclar más

[1] Hoy en día, y de acuerdo con una serie de negociaciones, el pago pago por este servicio asciende a UF 12 (UF al 05/06/2018 $27.091). A. Carvajal, Primera entrevista a Gloria Guerra presidenta del comité administración comunidad Eco Urbe. Santiago, 2018.

del 5% del total de sus residuos, lo cual es un valor aún muy bajo y que debe ser superado en el futuro. (dirigirse a Anexo 1 para mayor información)

1.3 Problemas y oportunidades

Aunque el sistema posee buenos índices de efectividad existe una serie de dolores y oportunidades que se encuentran presente por los diferentes actores del sistema.
Desde los municipios, quienes deben lidiar con la responsabilidad de la gestión de residuos de su comuna, hasta el residente del edificio, quien debe pagar un gasto, entre los cuales se contempla el ítem de la "basura" y "reciclaje".
A continuación, se menciona las problemáticas relativas a los actores internos de la comunidad, tales como los residentes, el comité de administración, el administrador y la inmobiliaria.

- **Residentes:**
  - Debe pagar un gasto por reciclaje incluido en el gasto común.
  - Empresa de reciclaje utiliza los recursos disponibles para la comunidad como es el personal de aseo, quienes deben apoyar las labores de reciclaje sin recibir nada a cambio.

- **Comité administración:**
  - Sistema de gestión de residuos no contempla las necesidades reales de la comunidad.
  - La comunidad no obtiene retribución directa por separar sus residuos en origen y disponer el material reciclable.

- **Administrador:**
  - Personal de aseo consume tiempo extra en la gestión de residuos debido a la falta de herramientas[2] y recursos.
  - Residentes no hacen un buen uso de las herramientas existentes para el reciclaje y siguen disponiendo material reciclable en el *shaft* de basura.

[2] A. Carvajal, Primera entrevista a Gloria Guerra presidenta del comité administración comunidad Eco Urbe. Santiago, 2018.

- Existe maquinaria ociosa inútil para la gestión de residuos[3] que se podría aprovechar perfectamente para apoyar algunos procesos.

- **Fundamenta:**
  - Residentes de sus comunidades poseen el paradigma de que la empresa de reciclaje obtiene grandes utilidades por la venta del material reciclable, por tanto, no debieran cobrar por la recolección de estos residuos.
  - El espacio disponible para el sistema de gestión de residuos en los edificios es acotado.
  - Sistema de gestión de residuos no se sostiene de forma autónoma.
  - No se cumplen las metas de ecoeficiencia que ellos proponen.

Lo anterior supone una serie de oportunidades que podrían implementarse en la comunidad, con el fin de satisfacer las necesidades de todos los actores involucrados en el proceso de gestión de residuos.

En primer lugar, se tiene la ventaja de que gran parte de la comunidad ya está llevando a cabo la separación en origen de sus residuos con el objetivo de reciclarlos. Lo anterior implica que es posible permear aún más en sus hábitos y así lograr elevar las tasas de reciclaje en la comunidad; al elevar la cantidad de material reciclable es posible reconfigurar los costos fijos incurridos por la empresa de reciclaje, de tal modo que esta operación no tenga costo para la comunidad.

Otro punto importante es el apoyo que presta el personal de aseo de la comunidad al proceso de gestión de residuos. Al tener personal disponible para la recolección, es posible darle valor agregado a su trabajo a través de la asignación de labores de preprocesamiento del material reciclable[4] hasta dejarlo apto para su venta como materia prima. Esto significa un aumento en la cadena de valor de los residuos generados por la comunidad, que, a su vez les permitiría obtener un ingreso de dinero (por la venta del mismo material), con la posibilidad de trasladarlo como bono salarial al personal de aseo[5].

[3] J. Correa, (2018, 17 mayo). Entrevista con mayordomo comunidad Eco Urbe.

[4] Se podría utilizar lo que tienen localmente disponible para esta tarea. Por ejemplo; las máquinas compactadoras que hoy no poseen uso alguno.

[5] Esta configuración se obtiene a partir de que la empresa de reciclaje que hoy opera en la comunidad dispone de personal dedicado para la tarea de pretratamiento, sin embargo, esta labor se podría llevar a cabo por personal de aseo de la comunidad, lo que se traduce en una disminución del costo operacional por parte de la

A pesar de que presentan un buen modelo de reciclaje, este no contempla la recolección de residuos orgánicos, siendo este el residuo que se produce en mayor medida en los hogares chilenos.

El sistema de reciclaje que actualmente rige en la comunidad contempla residuos de consumo masivo, tales como los plásticos y el cartón (ver anexo 1 para más información), no obstante, este modelo no contempla la recolección de residuos orgánicos, siendo este el residuo que se produce en mayor medida en los hogares chilenos. [8]

Tecnología y Interfaz

Hoy en día existen tecnologías de bajo costo que pueden ser utilizadas para apoyar los procesos de recolección y tratamiento de residuos, y así obtener activos, producto de la transformación[6] en otras fuentes de energía.

Aunque existe las tecnologías, estas no son implementadas actualmente, por lo que resulta un desafío, considerar el apoyo de tecnología, junto con un sistema de información que presenta interfaces intuitivas para los usuarios. Por lo que se requiere un enfoque centrado en el usuario, en el cual se realice una interacción intuitiva entre sistema y usuarios. Más adelante se mencionará con mayor detalle este tema asociado a las interfaces, por lo que debemos aclararlo como un aspecto importante del problema a resolver.

empresa de reciclaje, donde ese ahorro se puede acarrear como aumento salarial al personal de aseo interno de la comunidad.

[6] Existen diversas técnicas disponibles para el tratamiento de residuos orgánicos que entregan como productos el biogás, humus de lombriz y compost. Estos dos últimos ítems permitirían incluso obtener un tercer activo en la comunidad a través de la producción de fertilizantes y mejoradores de suelo.

1.4 Objetivos de la solución

Objetivo general

Desarrollar un prototipo funcional de software de gestión de residuos orgánicos que se acoja a los diferentes procesos de la solución y permita generar un sistema intuitivo para los distintos usuarios.

Objetivos específicos

- Investigar, analizar y comprender la situación actual referente a la recolección de residuos orgánicos en nuestro país, junto con las diferentes soluciones existentes que abarcan este problema.
- Desarrollar una solución que se acoja a la problemática de gestión de residuos y aproveche las tecnologías existentes para agregar valor a la solución.
- Desarrollar una solución que se acoja un equipo multidisciplinario, aprovechando las metodologías y herramientas existentes, para finalmente generar una mirada enfocada en el usuario.
- Aplicar técnicas y métodos que permitan corroborar un nivel de usabilidad apto para un software de gestión asociado a distintos tipos de usuarios.

CAPÍTULO 2: MARCO CONCEPTUAL

Existe una serie de conceptos que permiten tener una mejor visión del problema, entre ellas, conocer cómo se aborda nacional e internacionalmente, metodologías de trabajo, herramientas de desarrollo y conceptos asociados.

2.1 Estado del Arte

A la hora de analizar una problemática es fundamental conocer la situación tecnologías asociadas a esta, a continuación, se presenta un estado del arte del sistema de recolección de residuos inteligentes que poseen algún software asociado. Cabe mencionar que empresas que traten la gestión de residuos hay muchas, pero pocas se apoyan en tecnología para sus procesos.

2.1.1 Estado del Arte Internacional.

Internacionalmente existen diversas empresas que se encargan de solucionar el problema de gestión y tratamiento del residuo. Estas usualmente apoyan sus procesos y le agregan valor mediante algún aparato inteligente, que mediante un sistema de información es posible mostrarle información a los clientes y usuarios. A continuación, se muestran alguna de estas empresas, junto con una pequeña definición de esta, productos destacados y detalles del software.

Big Belly.

Nombre	Big Belly
Descripción	Empresa internacional que destaca por la creación de plataformas inteligentes para el reciclaje público. Adicionalmente crean plataformas para modernizar ciudades, con un foco sustentable. En Chile la municipalidad de Santiago decidió instalar alguno de estos basureros en pleno centro para la recolección de latas y botellas plásticas.
Productos destacados	Ofrecen un basurero inteligente que poseen un compactador interno y funcionan mediante energía solar. De esta manera, estos basureros son capaces de abarcar un 75% más que los basureros comunes, y se adaptan al tipo de residuo que esperan. [5]
Software	Entre sus productos ofrecen un software el cual permite visualizar el nivel de llenado y estado de las baterías de los contenedores. Además es posible visualizar caminos de recolección y estadísticas de los datos anteriores.
Página web	http://bigbelly.com/

Tabla 1: Datos empresa Big Belly
Fuente: Elaboración Propia

Ecube Labs.

Nombre	Ecube-Labs
Descripción	Compañía de innovación en tecnología verde, la cual provee una solución eco-amigable para la gestión de residuos. Ofrecen soluciones para ciudades

	inteligentes y sustentables. Hacen uso de la tecnología IoT, y proveen una colección de rutas para aumentar la eficiencia en los procesos de recolección. [6]
Productos destacados	Ofrecen un sensor un sensor ultrasónico inalámbrico que muestra el nivel de llenado de un contenedor (CleanFLEX) y un compactador de basura que utiliza energía solar para funcionar (CleanCube).
Software	El nombre del software corresponde a CleanCityNetworks o CCN. Funciona como una plataforma para monitorear los procesos de recolección, permitiendo visualizar en tiempo real los contenedores inteligentes.
Página web	https://www.ecubelabs.com/

Tabla 2: Datos empresa Ecu-Labs
Fuente: Elaboración Propia

Compta Emerging Bussines.

Nombre	Compta Emerging Bussines
Descripción	Empresa portuguesa que se encarga de crear soluciones inteligentes y innovadoras para Smart Cities e industrias. Dicen tener conocimiento en áreas como medio ambiente, energía, agricultura y el sector marítimo. [7]
Productos destacados	Poseen diferentes productos denominados BEE2, utilizados para la eficiencia energética, gestión de residuos, alumbrado público, detección de incendios, gestión de espacios verdes y ciudadanía digital.
Software	El software destacado corresponde a BEE2WASTE, el cual se utiliza para la gestión de los residuos y es usado por más de 40 países en Europa. Este permite visualizar gestión de circuitos, estado de contenedores y estadística del proceso de recolección
Página web	https://www.ceb-solutions.com/es/

Tabla 3: Datos empresa Compta Emerging Bussines
Fuente: Elaboración Propia

Smartup Cities.

Nombre	Smartup Cities
Descripción	Compañía tecnológica ubicada en París que utiliza IoT para realizar soluciones innovadoras en el área de la gestión de residuos, medio ambiente y desarrollo sostenible.
Productos destacados	Ofrecen contenedores inteligentes con sensores de llenado, una vez que estos contenedores se encuentran llenos envían una alerta la cual se ve reflejada en un software de monitoreo, en el cual es posible gatillar el retiro del residuo. Finalmente, mediante una notificación el residuo es llevado al lugar de disposición. [8]
Software	Posee las mismas funciones que los software anteriores, visualización de contenedores, rutas de recolección y analítica.
Página web	https://www.smartupcities.com/es/

Tabla 4: Datos empresa Smartup Cities
Fuente: Elaboración Propia

Compology

Nombre	Compology
Descripción	Empresa Estadounidense que utiliza IoT y Software para agilizar los procesos de recolección de residuos.
Productos destacados	Hace uso de cámaras que rastrean automáticamente la ubicación, el movimiento y la capacidad de los contenedores. Con las cámaras dicen ser capaces de visualizar diferentes tipos de residuos reciclables. [9]
Software	El software permite visualizar un mapa con todos los puntos de reciclaje, junto con el estado de los contenderos y la cámara- El programa muestra la última fotografía tomada por la cámara correspondiente.
Página web	https://compology.com/

Tabla 5: Datos empresa Compology.
Fuente: Elaboración propia.

Sensoneo

Nombre	Sensoneo
Descripción	Empresa internacional en el tratamiento inteligente de residuos, surgió en Eslovaquia en 2014 y se internacionalizo a diferentes países. [10]
Productos destacados	Hace uso de cámaras que rastrean automáticamente la ubicación, el movimiento y la capacidad de los contenedores. Con las cámaras dicen ser capaces de visualizar diferentes tipos de residuos reciclables.
Software	Posee un software que ofrece visualización de rutas, analítica de la cantidad de residuos y una aplicación para la ciudadanía, que permite a los usuarios ubicar contenedores cercanos, visualizar el porcentaje de llenado y reportar posibles problemas de mal estado en los contenedores.
Página web	https://sensoneo.com/

Tabla 6: Datos empresa Sensoneo.
Fuente: Elaboración propia.

2.1.2 Estado del Arte en Chile:

Como vimos anteriormente, internacionalmente existen diversas empresas que tratan el problema de los residuos y aprovechan la tecnología en sus procesos. Por otro lado en Chile, son más bien pocas las empresas que hacen uso de tecnología, las pocas que lo hacen no han tenido el crecimiento esperado o mayoritariamente unen recolectores de residuos con residentes generadores. A continuación, se presentan alguna de estas empresas, junto con una pequeña definición de esta, productos destacados y detalles del software.

Urbanatika.

Nombre	Urbanatika
Descripción	Emprendimiento surguido en el Inacap, luego de ganar el desafío 2016 Smart City. Utilizan el internet de las cosas para monitorear y acelerar los procesos de compostaje. Trabajan con ferias libres y algunas municipalidades. [11]
Productos destacados	Su producto consistes en el monitorear del reciclaje orgánico, entregando una plataforma para visualización y generación de BigData[7].
Software	Aunque indican que el software permite visualizar estadísticas de los residuos, no es posible encontrar mucha información relacionada a sus interfaces
Página web	http://urbanatika.com/

Tabla 7: Datos empresa Urbanatika Chile.
Fuente: Elaboración propia.

Ecoven.

Nombre	Ecoven
Descripción	Emprendimiento surgido en Santiago, lanzando en abril del 2017.
Productos destacados	Se caracterizan por utilizar contenedores especiales traídos desde Italia, los cuales permiten ingresar un residuo, y a cambio obtener cupones canjeables por "eco-puntos". [12]
Software	El software permite ingresar los cupones y canjear los "eco-puntos" por descuentos. Además, permite visualizar la ubicación de los contenedores y un ranking con los usuarios que mas han aportado al sistema.
Página web	https://ecoven.cl/

Tabla 8: Datos empresa Ecoven Chile.
Fuente: Elaboración propia.

ReciclaApp.

Nombre	ReciclaApp
Descripción	Emprendimiento surgido en el 2015 por un estudiante de Ingeniería Civil Industrial, ganador del concurso JUMP Chile 2015 y WITCITY.
Productos destacados	Consiste en una aplicación que permite conectar a todas aquellas personas que posean residuos reciclables con un reciclador. Aunque inicialmente comenzó en Antofagasta y Santiago, se expandió hasta La Paz, Bolivia. [13]

[7] Big Data es un **término que describe el gran volumen de datos que inundan los negocios hoy día**. La importancia no radica en el volumen de datos, si no en la aplicación de estos.

Software	La aplicación permite declarar retiros, para esto es necesario indicar las cantidades y tipo de residuos, para que posteriormente un reciclador se ofrezca a ir a retirar dicho residuo. Similar a Ecoven, los retiros permiten obtener reci-puntos, los cuales pueden ser cambiados por beneficios.
Página web	http://reciclapp.cl/

Tabla 9: Datos empresa ReciclaApp Chile.
Fuente: Elaboración propia.

Bicicla

Nombre	Bicicla
Descripción	Emprendimiento surgido en el sur de Chile en el 2016, nace con la premisa de conectar personas que posean residuos reciclables con recicladores.
Productos destacados	Su concepto es similar a Reciclapp, con la diferencia de que esta se apoya en la utilización de bicicletas para transportar el residuo. Funciona similar a Uber, por lo que para convertirse en un "bicilador" es necesario pasar por un proceso de postulación. [14]
Software	Similar a Reciclapp, utiliza el concepto de almacenar puntos para posteriormente canjearlos, con la particularidad de permitir canjear estos por BitCoins.
Página web	http://www.bicicla.com

Tabla 10: Datos empresa Bicicla Chile.
Fuente: Elaboración propia.

2.1.3 Conclusiones estado del Arte.

Internacionalmente existen muchas compañías y emprendimientos que presentan sistemas avanzados para la recolección de residuos, estos mismo se apoyan en diferentes tecnologías para crear productos más eficientes y innovadores en el mercado.

Entre los productos ofrecidos por estas compañías, se encuentran la utilización de contendores inteligentes, gestión de rutas, estadísticas de las residuos y aplicaciones móviles para la ciudadanía.

En Chile en cambio, productos como estos recién están surgiendo, por lo mismo, soluciones que aprovechen IoT siguen siendo productos innovadores, y aunque han surgido aplicaciones, pocas han logrado mantenerse operativas.

2.2 Software como un Servicio

Software como un Servicio (Scus) o en ingles Software as a Service (SaaS) es un modelo de distribución de software, cuya principal característica es el almacenamiento de los datos en la nube. Este software ofrece un servicio a los clientes, en el cual ellos pueden acceder,

mediante exploradores u otros, sin la necesidad de instalar algo en su computadora. Un buen ejemplo de Scus sería la plataforma Netflix, pues no requiere instalar ni descargar nada y te ofrece un servicio para visualizar series y películas online. [15]

Muchas de las empresas que tratan el problema de recolección de residuos internacionalmente, hacen uso de un sistema de información que cumple con el modelo SaaS. Usualmente estos sistemas hacen uso de una API REST[8], con en la cual los clientes se conectan a un servidor que almacenan los datos. Mediante esta conexión los usuarios pueden visualizar interfaces, asociadas a diferentes procesos del sistema. [16]

2.3 Fuentes de Datos

El concepto IoT o internet de las cosas, se refiere a un sistema de dispositivos inteligente interrelacionados con máquinas digitales, objetos, animales o personas y que posee la capacidad de transferir datos a través de una red, sin requerir interacciones humanas.

Un ejemplo podría ser una persona con un implante al corazón, un animal de granja con biochip, un automóvil con sensores de proximidad, entre otros.

Así pues, el concepto hace referencia a todos aquellos dispositivos inteligente que son capaces de enviar y transferir información a algún punto. Existen diversos aparatos que permiten crear un sistema que cumpla con el concepto de IoT. [17]

2.3.1 Sensores

Los sensores inteligentes son una combinación de varios instrumentos capaces de captar ciertos datos y enviar señales mediante una unidad física. Son comúnmente utilizados para monitorear parámetros y son la principal fuente de datos para un sistema que cumpla con la clasificación de IoT.

Con ayuda de otros dispositivos son capaces de procesar valores, notificar mediante señales digitales o protocolos de comunicación, tomar decisión sobre las condiciones registradas y recordar calibración o configuración de algún parámetro. Estos dispositivos en conjunto con placas programables son capaces de conectarse con algún sistema de información y almacenar datos en alguna BD. [18]

2.3.2 Placas programables

Una placa programable o ordenador de placa reducida es una computadora pequeña, que presenta un solo circuito y compuesta por un solo microprocesador y todas las demás piezas de una computadora reducidas en tamaño.

Usualmente se utiliza algún software que permite configurar una conexión entre el microcontrolador y la conexión con diferentes sensores.

[8] API REST se refiere a un estilo de arquitectura de software que cumple con una conexión cliente-servidor, sin estados, cacheables y con interfaces para la administración de interacciones. [10]

El eje central del IoT corresponde a convertir aparatos comunes en artefactos inteligentes, para ellos las placas programables se encargan de realizar la conexión con sensores para obtener datos, estructurarlos y enviarlos a algún sistema de información.

Estas placas pueden conectarse según diferentes estándares de conexión, API REST y SOAP son uno de los más utilizados. [19]

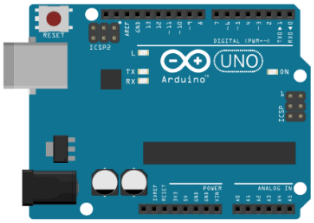

Figura 2: Placa Arduino Uno

Fuente: Arduino.cl

2.4 Front-end, Back-end y Full stack

El Front-end y Back-end son términos que se refieren a la separación entre la capa de presentación y la capa que accede a los datos. Ambos conceptos permiten construir correctamente un sistema SaaS.

El Back-end corresponde a todo lo que por detrás hace funcionar a un sitio web correctamente; este trabaja con el almacenamiento, procesamiento y mantenimiento de datos, usualmente almacenados en alguna base de datos. [20]

Por otra parte, el Front-end se enfoca en lo que ve el usuario y en todo lo que puede interactuar mientras navega. Este prioriza causar una experiencia agradable al usuario, y engloba muchos conceptos relacionados con usabilidad, detallados más adelante.

Este trabajo abarca mayoritariamente aspectos del Front-end, esto se refiere a herramientas de desarrollo de software, metodologías, interfaces y experiencia de usuario. Por consiguiente, se hará gran hincapié en estos temas.

2.5 Herramientas de trabajo

Como mencionamos anteriormente este trabajo se centra principalmente en Front-end, por consiguiente, existen diversas herramientas y términos que se asocian al desarrollo de software.

Framework

Un Framework es una estructura conceptual y tecnológica de soporte compuesto por módulos de software que comúnmente permiten organizar y desarrollar software. Las principales ventajas de utilizar un Framework son la posibilidad de evitar repetir código, utilizar buenas prácticas, realizar modelos más avanzados y desarrollar más rápido. [21]

Usualmente los Framework son utilizados para la creación de sistemas de información en sitios web, estas librerías suelen tener como motor base un lenguaje de programación.

A continuación, como método de comparación de las posibles herramientas a utilizar, mencionaremos algunos lenguajes de programación, junto con sus Framework asociados. Finalmente, nos centraremos en framework basados en JavaScript, pues ese ha ganado gran importancia en el ámbito de Front-end, en los últimos años.

2.5.1 PHP

Su nombre es un acrónimo de Hypertext Preprocessor (preprocesador de hipertexto), es un lenguaje utilizado para mucho propósitos, fue originalmente creado para el desarrollo de contenido web dinámico. PHP ha evolucionado mucho en los últimos años, por lo que ahora es usado incluso para la creación de interfaces mediante consola de comandos. Algunos Frameworks a mencionar son Larabel, ElisLab y Simfony. [22]

2.5.2 Python

Es un lenguaje de programación interpretado enfocado en favorecer una sintaxis legible para el programador. Este lenguaje soporta múltiples paradigmas de programación, siendo capaz de ser utilizado para la creación de diversos sistemas de información. En cuanto a framework destacan Django, Flask. y TurboGears. [23]

2.5.3 JavaScript

Es un lenguaje de programación interpretado, basado en orientación a objeto y comúnmente utilizado en todo desarrollo web. Usualmente es utilizado del lado del Back-end, pero en los últimos años han ganado fuerzo los Frameworks enfocado a Front-end, basados en este lenguaje. Algunos Framework de JavaScript son Angular.js, Vue.js y React.js [24]

HTML, CSS y JavaScript son tres lenguajes que se consideran necesarios en el desarrollo de cualquier proyecto web. HTML es utilizado para crear la estructura básica de un sitio web, CSS se usa para personalizar el estilo de los elementos de una página y finalmente, JavaScript se suele emplear para añadir mayor interactividad al sitio.

Este es definido como un lenguaje de programación interpretado y basado en orientación a objeto. Aunque es utilizado comúnmente en el lado del Back-end, en los últimos años han ganado gran fuerza los Frameworks enfocado a Front-end.

Esto se debe a que los frameworks en JavaScript se han desarrollan a un ritmo extremadamente rápido, ofreciendo una serie de ventajas:

- Código estructurado y una larga lista de características que permiten agilizar el proceso de desarrollo desde su comienzo, hasta la realización de las pruebas de validación.
- Buena curva de aprendizaje, junto con una extensa comunidad y gran cantidad de tutoriales en inglés.

- Actualización constante, lo cual implica corrección de errores y mejora de funcionalidades. [25]

Las tres tecnologías más conocidas en el mundo del desarrollo Front-end en JavaScript corresponden a Angular, React y Vue. Las 3 son Frameworks relativamente similares, que permiten modificar DOM de una página web de manera sencilla y dinámica; además, los 3 se caracterizan por ser capaces de utilizar el patrón de diseño MVVM[9].

Angular: desarrollado por Google y construido mediante el lenguaje TypeScript[10], ha recibido actualizaciones desde su publicación en el año 2010. Es el lenguaje mas atractivo en el mercado de trabajo internacional.

React: desarrollado por Facebook, fue lanzado en el año 2013, es una biblioteca de JavaScript que permite crear interfaces de usuario en una sola página[11].

Vue: desarrollado por un exempleado de Google, fue lanzado en el año 2014. Aunque surgió hace poco tiempo, en los últimos dos años ha experimentado un cambio sustancial en su popularidad.

Aunque estas herramientas son parecidas, cada una presenta ventajas y desventajas. A continuación, se presenta un cuadro comparativo que representa esto de mejor manera. [26] [27]

	Ventajas	**Desventajas**
Angular	Gran documentación que permite obtener individualmente toda la información necesaria para programar. Aprovecha perfectamente el patrón MVVM, facilitando el trabajo colaborativo. Tienes estructuras y arquitecturas que entregan gran escalabilidad.	Demasiadas estructuras de datos, por lo mismo, se hace difícil de aprender. El rendimiento es más lento que el resto de herramientas.

[9] MVVM o Model-View-ViewModel, es un patrón de diseño en el cual interactúan 3 elementos, el Modelo, el cual representa la capa de datos y lógica de negociación, la Vista, la cual representa la información mediante los elementos visuales, y finalmente el Modelo de la Vista, el cual es un actor intermediario entre los dos anteriores, que contiene toda la lógica de presentación. Este es muy similar al patrón de diseño MVC. [54]

[10] TypeScript es un lenguaje de programación libre y de código abierto, que extiende objetos, basados en clase y tipos estáticos, de la librería JavaScript. Es considerado un superconjunto de JavaScript y ha sido utilizado para realizar múltiples herramientas tales como Angular, Jquery, MongoDB, D3.js, Node.js, entre otros. [55]

[11] SPA o single-page-aplication, se refiere a aplicaciones web en el que pareciese que todo ocurre en una sola página, de esta forma es posible entregar una experiencia mucho más fluida a los usuarios. [56]

React	Fácil de aprender, gracias a su diseño sencillo y el uso de JSX para las plantillas. El rendimiento es extremadamente rápido, debido a diferentes optimizaciones en el renderizado. Implementa conceptos de Programación Funcional (FP), creando códigos fáciles de probar y altamente reutilizables.	React se está alejando de la programación Orientada a Objeto, esto puede ser una barrera para los desarrolladores que trabajan con este paradigma. Existe una división en la forma en que se escribe CSS en React. El uso de JSX puede ser confuso para algunos desarrolladores.
Vue	Posee una documentación muy detallada, permitiendo mejorar la curva de aprendizaje. Adaptable y con una gran integración, pues puede ser utilizado tanto para crear una página, como para interfaces mas complejas. Ocupa muy poco espacio, manteniendo velocidad y flexibilidad en su rendimiento.	Posee una cuota de mercado muy pequeña en comparación a las tecnologías anteriores. No existe mucha experiencia de grandes proyectos, y aunque posea flexibilidad, se desconoce su verdadera utilidad en estos casos.

Tabla 11: cuadro comparativo Frameworks basados en JavaScript
Fuente: elaboración propia.

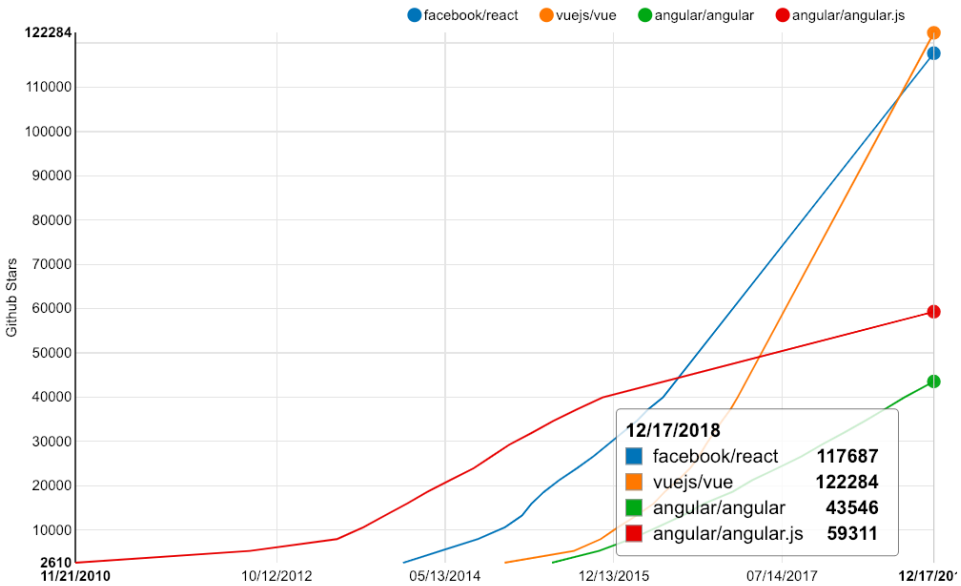

Figura 3: Número de proyectos creados en GitHub para Angular[12], Vue y React.
Fuente: codeinwp.com blog angular-vs-vue-vs-react

[12] "AngularJS" es conocido como la versión 1.0 de Angular, mientras que desde la versión 2.0 en adelante, pasó a llamarse simplemente "Angular". Ambas versiones son utilizadas en el mercado.

2.5.4 Aplicaciones Híbridos

Una aplicación híbrida es un tipo de aplicación que puede ser utilizado tanto para crear una página web como una aplicación móvil. La mayoría de los frameworks de Front-end basados en JavaScript, definidos anteriormente, presentan herramientas de apoyo que permiten trabajar con este de aplicaciones. Por consiguiente, fue un aspecto importante al momento de seleccionar con que herramienta trabajar. Esto se debe a que, aunque se programe un sistema únicamente web, los lenguajes permiten en un futuro trabajar con aplicaciones híbridas.

Este tipo de aplicaciones posee tanto ventajas como desventajas, a continuación, se presentan algunas de estas:

Ventajas	**Desventajas**
Permite construir aplicaciones una sola vez, siendo capaz de correr en cualquier dispositivo.	Las aplicaciones nativas se acoplan mejor al funcionamiento del dispositivo.
Acceden sólo a las capas necesarias para el funcionamiento del sistema.	Tienen restricciones para acceder a algunas capas del dispositivo.
No hay necesidad de tener personal capacitado en diferentes lenguajes.	No son tan visualmente atractivas como las aplicaciones nativas.
Requieren menos mantenimiento que una aplicación nativa.	Poseen un rendimiento menor al de una aplicación nativa

Tabla 12: Ventajas y desventajas de aplicaciones hibridas.
Fuente: Elaboración propia.

Dentro de las aplicaciones híbridas destacan Ionic, React Native, Native Script, Jquery Mobile y PhoneGab, entre otras. [28] [29]

2.5.5 Selección de Herramientas

La herramienta seleccionada para este trabajo corresponde a React.js, esto es debido a que además de ser un framework enfocado al Front-end, hace uso de componentes que permiten fácilmente ser reutilizados en las diferentes interfaces del sistema. Aunque Angular y Vue.js también corresponden a una buena opción, Angular presenta una curva de aprendizaje más complicada y la creación de componentes es mucho más compleja, por otro lado Vue recién está surgiendo, por lo que documentación de este último es más difícil de conseguir en

comparación a las otras dos. Finalmente existe la posibilidad de trabajar en un futuro con React Native, la cual corresponde a un framework de código abierto, que permite reutilizar gran parte del código de React para construir aplicaciones híbridas.

2.6 Interfaz Usuario

La interfaz usuario es un medio a en el que una persona puede controlar un sistema específico. Este se relaciona directamente con el desarrollo de software enfocados en Front-end, pues la está busca que las interfaces sean los más “amigables” posibles, es decir, que sea intuitiva, instintiva y fácil de utilizar. [30] A continuación, se presentan conceptos claves relacionados a este término.

2.6.1 Experiencia Usuario UX

La experiencia usuaria corresponde a una serie de factores relacionados con la interacción del usuario con un entorno, dispositivo o sistema, en los cuales el resultado es la generación de una percepción positiva o negativa de dicho sistema. Básicamente, corresponde a el proceso que lleva el usuario al interactuar con algún sistema. [31]

2.6.2 Usabilidad

Usabilidad o Usability, corresponde a un concepto que engloba a una serie de métricas y métodos que buscan hacer que un sistema sea fácil de usar y de aprender.

La ISO 9241-11 define la usabilidad como "la medida en que un producto puede ser usado por usuarios específicos para lograr objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto específico de uso.

Jakob Nielsen, uno de los mayores exponentes en ingeniería en facilidad de uso, menciona que un producto para ser usable, como mínimo debe cumplir con 5 condiciones:

- Fácil de aprender
- Eficiente
- Memorizable
- Tolerancia y prevención de errores
- Satisfactorio. [32]

2.6.3 Usabilidad vs Experiencia Usuario

Por tanto, podemos observar que los conceptos anteriormente mencionados se encuentran relacionados. Una interfaz de usuario se espera que genere una experiencia de usuario positiva y que tenga como rasgo principal que sea fácil de usar.

Aun así, no basta solo con estos elementos para crear un sistema aceptable, en la figura X, podemos observar todas las condiciones necesarias para esto.

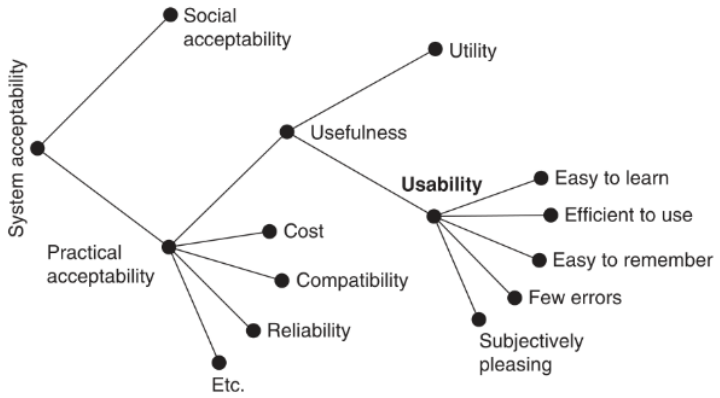

Figura 4 Modelo para un sistema aceptable
Fuente: Libro User Experience Remastered pag 6

2.6.4 Entendiendo al Usuario

Uno de los principales principios de la interfaz es conocer y comprender al usuario. Muchas empresas cometen el error de dejar de lado los usuarios finales del sistema.

Conocer al usuario implica mucho más que solo comprenderlo, implica conocer su contexto, su roles y tareas habituales, y sobre todo sus dolores.

Usualmente se habla de dolores de usuarios como a todas aquellas necesidades insatisfechas que le afectan al usuario. Generalmente estos dolores se convierten en requerimientos para el producto final.

2.6.5 Heurísticas de Nielsen

Las heurísticas de Jakob Nielsen son las heurísticas[13] más conocidas y usadas por la comunidad de UX. Estas fueron desarrolladas en colaboración con Rolf Molich en 1990, revisadas en base a un análisis factorial de 249 problemas de usabilidad.

A continuación, se presenta una pequeña explicación de cada una estas heurísticas.

1. Consistencia y estándares: Se refiere a la consistencia en el sistema, esto implica que el usuario no debe adivinar si diferentes palabras, situaciones o acciones significan lo mismo. Por otro lado, se relaciona con el uso de técnicas de coloración coherente y interfaces simples [3], sin elementos extra que hagan las acciones de los usuarios más complejas.
2. Visibilidad del estado del sistema: El usuario sabe en todo momento lo que está sucediendo y en qué lugar de la página se encuentra. De forma similar, el sistema debe

[13] En el ámbito de la Ingeniería, una heurística es un método basado en la experiencia, que puede utilizarse como ayuda para resolver problemas de diseño.

informa a través de señales o acciones, en un tiempo razonable. Un ejemplo de esto serían las barras de carga y broadcrumb[14].

3. Similitud entre sistema y mundo real: El sistema y el usuario hablan el mismo idioma, siguiendo las convenciones del entorno del usuario. Esto se ve reflejado en los nombres, títulos, texto, orden de información, etc.
4. Control de usuario y libertad: Los usuarios no son perfectos, por lo que necesitan tener una acción de "deshacer" y "rehacer", permitiendo moverse libremente por la página. El sistema le entrega el control al usuario y le entrega salidas de emergencia. Gmail es un buen ejemplo, pues en caso de movernos por la página nos guarda la conversación y nos permite recuperarla.
5. Prevención de errores: Prevenir el error es mejor que un buen mensaje de error. Así pues, el sistema prioriza validar parámetros antes que enviarlos y generar un error, esto se ve usualmente en formularios. No obstante, en caso de generarse un error, el sistema debe evitar caídas.
6. Reconocer mejor que recordar: El usuario posee poca memoria a corto plazo, por lo que se le hace más fácil reconocer que recordar. Por tanto, el sistema minimiza las cosas que el usuario debe recordar y mantiene las opciones e instrucciones a simple vista, siendo fáciles de reconocer.
7. Uso eficiente y flexibilidad: El sistema debe funcionar para diferentes tipos de usuario, ya sean expertos o inexpertos. Además, el sistema debe minimizar las acciones del usuario y brindarle atajos, en caso de ser necesario.
8. Ayuda, diagnóstico y recuperación de errores: En caso de error el sistema indica claramente al usuario lo que ha pasado. De forma similar, los mensajes de error son mostrados sin código, en el idioma del usuario, e indicando su solución.
9. Diseño práctico y minimalista: El sistema maneja correctamente la jerarquía visual y los espacios en blanco. A su vez, el sistema solo muestra información relevante o usada con frecuencia. El buscado de Google es el ejemplo perfecto de esta heurística.
10. Ayuda y documentación: En caso de ser necesario el sistema debe proveer vista, documentos o instructivos de ayuda. Así mismo, la información de este, debe ser de rápido acceso, fácil de entender y enfocada en el usuario.

Estas 10 heurísticas suelen ser utilizadas para evaluar la usabilidad de un sistema de interfaces y procesos a cargo de un experto. [33] [34] [35]

[14] Los broadcrumb o migas de pan, corresponden a un elemento de navegación situado generalmente en la parte superior del contenido de una página que ayuda al usuario a ubicarse en el sistema. Usualmente están compuesto por enlaces con los que el usuario puede retroceder en su navegación o desplazarse a categorías superiores.

2.7 Metodología de Trabajo: Lean UX

Dentro del desarrollo de proyectos existen múltiples metodologías, estas son herramientas utilizadas para definir pautas y procedimiento, con tal de optimizar recursos, mejorar la calidad del trabajo y reducir los riesgos de desarrollo.

Lean UX es una metodología de trabajo cuyo principal objetivo es la de maximizar la experiencia del usuario utilizando los mínimos recursos posibles. De esta manera Lean UX se compone de diferentes procesos que permite realizar un desarrollo incremental rápido y que sea inmediatamente validado por los usuarios.

Existen 3 fundamentos esenciales de Lean UX: Design Thinking, Agile y Lean. [36]

2.7.1 Design Thinking

Es un método para generar ideas que se centra en entender y dar solución a las necesidades reales de los usuarios.

Según Tim Brown, actual CEO de IDEO, el Design Thinking "Es una disciplina que usa la sensibilidad y métodos de los diseñadores para hacer coincidir las necesidades de las personas con lo que es tecnológicamente factible y con lo que una estrategia viable de negocios puede convertir en valor para el cliente, así como en una gran oportunidad para el mercado". [37]

2.7.2 Agile

Es una metodología para el desarrollo de proyectos que requiere rapidez y flexibilidad, permitiendo al equipo organizarse, minimizar errores y centrar su atención en las tareas encomendadas.

Uno de los aspectos más importantes de Agile es su velocidad y rapidez en el desarrollo, con plazos de entrega reducidos, que centran su atención en completar las tareas encomendadas. Agile suele ser comúnmente usado en equipo de desarrollo multidisciplinario. [38]

2.7.3 Lean

Lean es una metodología de mejora continua, que se enfoca en las gestión y mejora de los procesos de una empresa. Este método enfatiza la disminución de tiempo, mano de obra e insumos innecesarios en el desarrollo de un proyecto. De esta manera en Lean los productos y servicios son creados y entregados en cantidades exacta, lugares correctos, momentos correctos y en las condiciones correctas. [39]

2.7.4 Principios Lean UX

Promover equipos multidisciplinarios, en los cuales se recomienda mantener equipos pequeños, dedicados y que se encuentren en localizaciones cercanas.

Los equipos deben centrarse en los problemas, enfocarse en resultados antes que documentación, creando solo los diseños necesarios para el avance y evitando todo aquello que no ayuda a generar resultados.

El equipo debe crear un conocimiento colectivo, de integración continua con el cliente.

Aprender sobre una idea antes que buscar su crecimiento, y de ser posible, crear una primera versión de prueba de esta idea, antes que discutirla, sintiéndose libre de equivocarse.

Mantener una visión de equipo, los expertos son un anti modelo que frena el trabajo colaborativo, mostrando su trabajo de forma abierta, más allá de un monitor. El uso de pizarras, tableros, notas y demás es una buena manera de mostrar el trabajo a compañeros. [36]

2.7.5 Procesos de Lean UX

Lean UX se compone de 4 procesos fundamentales que forman un ciclo, de tal forma que pueden existir múltiples ciclos durante el desarrollo del proyecto.

A continuación, se entrega una breve descripción de cada uno de estos procesos. [36]

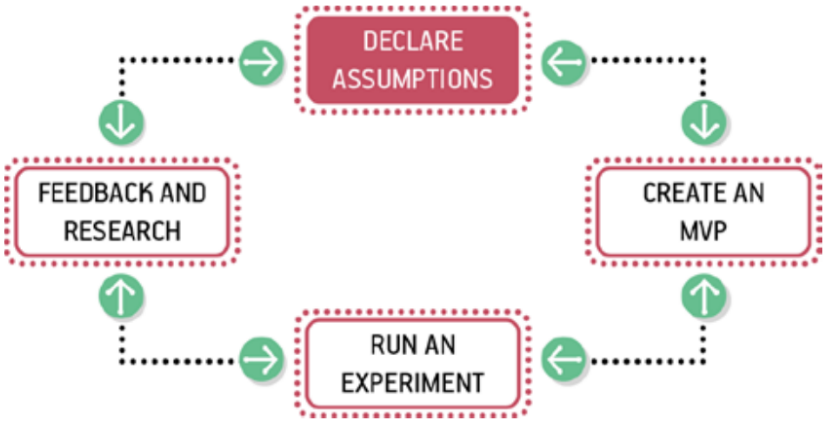

Figura 5 Procesos iterativos de la metodología Lean UX.
Fuente: Lean UX Applying Lean Principles to Improve User Experience pag. 18 [36]

Declarar suposiciones

Durante este proceso el equipo declara múltiples suposiciones de cómo debería comportarse el sistema y cuáles debieran ser sus requerimientos. Se trata de que todos los miembros del equipo con diferentes disciplinas den su opinión. Al final de este proceso se crea una lista con hipótesis que deberán ser comprobadas más adelante.

Luego de la lista de hipótesis se crea un diseño colaborativo en el que diseñadores y no diseñadores entregan su parecer.

Crear un mínimo producto viable

Durante este proceso se determinan las funcionalidades centrales para crear un MVP, siempre empatizando con el usuario y preguntándose si el producto es usable. Este prototipo puede ser un mock-up creado en software o papel.

Corre a experimentar

Luego de tener el prototipo, este se dispone a ser probado por miembros del equipo, clientes y usuarios. Se pueden realizar demos o versiones de prueba online. Existen diferentes metodologías y herramientas para realizar la experimentación.

Retroalimentación e investigación

Una vez recibidas las opiniones del proceso anterior el equipo se dispone a realizar un análisis colaborativo. Aquí el equipo revisa sus hipótesis, metas y objetivos, y discute posibles

CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

La solución propuesta se encuentra asociada a diferentes disciplinas. En un ámbito operacional existe una serie de procesos que van desde la diferenciación en origen, hasta el tratamiento del residuo en la misma comunidad. Además, existen diversos aparatos inteligentes que se encargan de apoyar los procesos y captar datos. Finalmente existe un sistema de información que se divide en dos partes, una encargada del almacenamiento de la información, Back-end, y otro encargado de la visualización de los datos que comprende la solución, Front-end, esta última abordada en mayor medida en este informe.

Relacionado con lo anterior, existen diferentes actores involucrados que desembocan en diferentes usuarios del sistema, con distintas interfaces. Para el desarrollo de dichas interfaces se utilizó la metodología ya mencionada Lean UX, en la cual se realizaron diferentes ciclos, compuesto por una etapa de definición de requerimientos e historias de usuario, creación de mock-up, validación, y finalmente retroalimentación, que derivó en modificaciones del sistema.

3.1 La solución

Actualmente en Chile no existe un sistema que abarque correctamente el tratamiento de residuos. Los desechos reciclables rara vez corresponden a residuos orgánicos, siendo este un 50% de los desechos generados en hogares. [40]

Aunque internacionalmente existe una gran cantidad de empresas que hacen uso de tecnología para apoyar sus procesos, en Chile esto es casi nulo. Siendo empresas inmobiliarias como Fundamenta las cuales emplean los mejores sistemas en el país.

Por consiguiente, la solución contempla el desarrollo de un sistema de recolección que abarca diferentes procesos, en los cuales estos se apoyan en aparatos inteligentes, que se encargan de obtener datos y enviarlos a un sistema de información, para finalmente ser visualizado mediante interfaces por los distintos usuarios del sistema. Este trabajo se enfoca mayoritariamente en esto último, el desarrollo de interfaces intuitivas y cómo se llegaron a ella mediante las diferentes metodologías y herramientas de trabajo.

El modelo propuesto fue validado mediante una etapa de experimentación en la cual se realizaron procedimientos en un pequeño grupo, con el que se obtuvo una medida del nivel de usabilidad del sistema.

La solución comprende tres procedimientos claves: **separación en origen, recolección y tratamiento.**

Diagrama General de la Solución

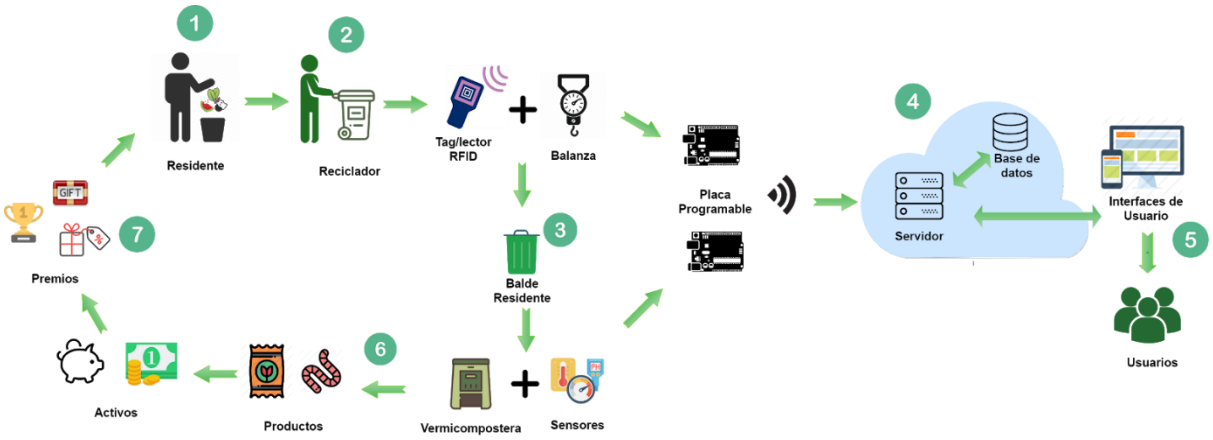

Figura 6: Diagrama general de la solución,
contempla tanto los procesos físicos como los procesos lógicos.
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 6, es posible visualizar el primer proceso (1), que corresponde a la etapa de **diferenciación y separación en origen**, donde el residente diferencia y disponer sus residuos orgánicos en un balde. En (2) es posible visualizar al reciclador, este posee una balanza electrónica, junto con un identificador RFID, este aparato permite identificar y censar el balde del residente (3), para posteriormente enviar los datos a través de una **placa programable** hacia el **servidor de datos** (4). Finalmente, estos datos serán mostrados a los distintos usuarios a través de las interfaces del sistema (5).

Por otro lado, luego del censado de los residuos, éstos son dispuestos (previo al filtro) en la **vermicompostera,** la cual integra sensores de humedad, pH y temperatura, los que enviarán datos a través de las **placas programables.** Una vez que los residuos cumplen el proceso de transformación en la vermicompostera, éstos se transforman en **Productos (6)** los cuales serán **Humus, Té de Humus y Lombrices,** estos son capaces de generar **Activos** para la comunidad mediante su venta. Finalmente, dichos activos, que son parte de nuestro emprendimiento, se usan para generar **beneficios o premios** para los mismos residentes de la comunidad (7), logrando así una mayor motivación y adhesión al sistema. El círculo comienza nuevamente en (1) y realiza el mismo flujo, correspondiendo a un sistema que obedece a la economía circular.

Para mayor detalle de los procesos del sistema dirigirse al Anexo B.
Para mayor detalle de los aparatos inteligentes dirigirse al Anexo D.

3.2 Arquitectura de Software

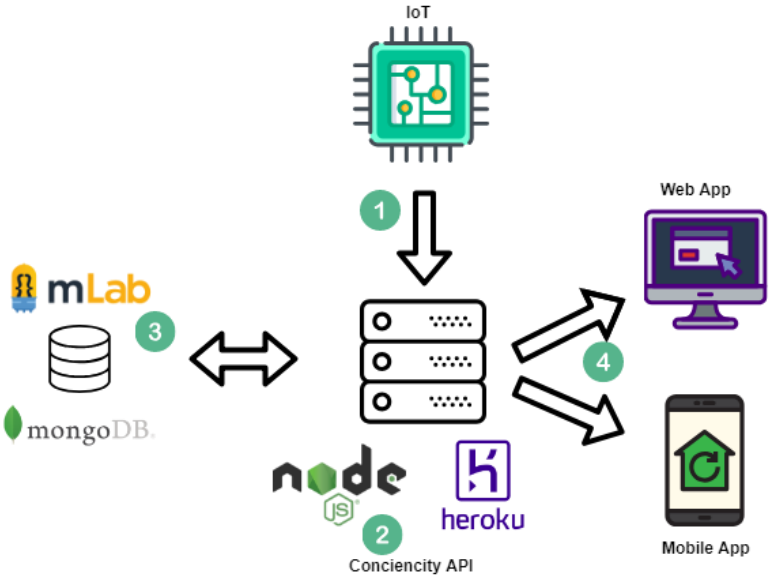

Figura 7: Diagrama de arquitectura de software y los servicios que contempla la solución.
Fuente: Elaboración propia.

El desarrollo del sistema de información se apoya en diferentes herramientas, una vez se obtienen los datos de los aparatos inteligentes mencionados anteriormente estos envían los datos al sistema de información.
Como se aprecia en la figura 7, estos dispositivos (1) están programados para enviar datos a la API REST (2) mediante llamadas HTTP, la API REST está escrita en el framework nodeJS y alojada en la plataforma Heroku[15].
Los datos del sistema son almacenados en la Base de datos no relacional mongoDB (3). Para efectos del prototipo, se usó el servicio en la nube Mlab, el cual provee de manera sencilla y gratuita 500 MB de almacenamiento de datos en el sistema.
Finalmente, el sistema consta de una aplicación web (4), la cual se encuentra escrita en el framework ReactJS, las interfaces de esta serán explicadas posteriormente.

Modelo de datos del sistema

Debido a lo extenso que es el modelo de datos, definiremos este por partes, comenzando por los distintos tipos de usuario que involucra:

[15] Heroku es una plataforma como servicio de computación en la Nube que soporta distintos lenguajes de programación. [60]

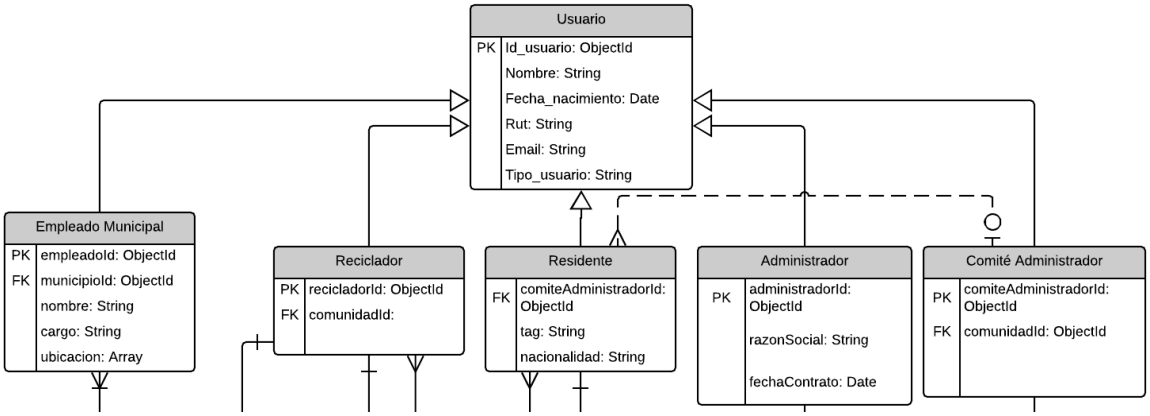

Figura 8: Usuarios del modelo de datos del sistema Conciencity.
Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en Figura 8, los usuarios contemplados son los mencionados anteriormente en el informe, además, se contempla un Empleado Municipal, el cual será un funcionario del municipio al cual le podremos, en un futuro, otorgar data que respecta al municipio y/o comuna de su interés. Las entidades Empleado Municipal, Reciclador, Residente, Administrador y Comité Administrador heredan los atributos de la tabla Usuario.

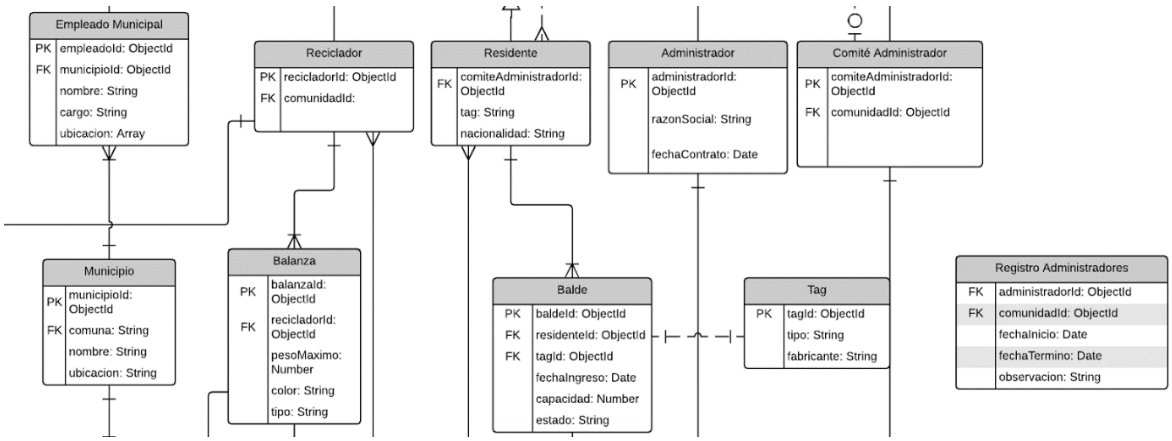

Figura 9: Parte del modelo de datos del sistema donde se contempla la relación entre el Reciclador y Residente y sus respectivos dispositivos inteligentes.

En la figura 9, se puede observar la relación entre el Reciclador de la comunidad y sus balanzas asociadas, se evidencia la relación de que un Reciclador tendrá 1 o N balanzas a su cargo. Asimismo, el Residente del edificio tendrá a su cargo 1 o N baldes, los cuales tienen asociados cada uno un tag. Queda en evidencia la tabla Registro Administradores, la cual nos va a permitir tener un registro temporal sobre los distintos administradores que han administrado las comunidades.

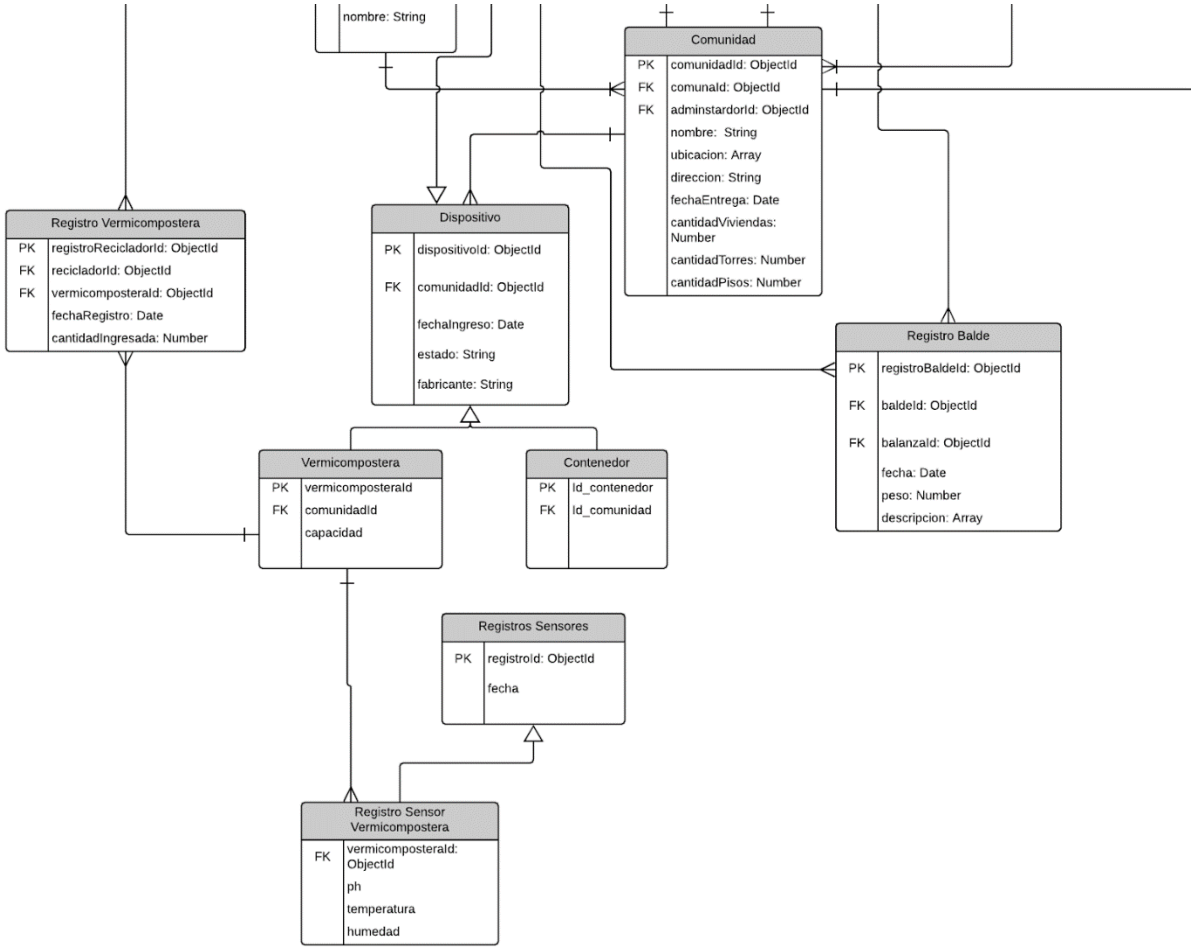

Figura 10: Parte del modelo de datos que evidencia las relaciones que tiene la Comunidad.
Fuente: Elaboración propia.

De la figura 10 se observa que las comunidades tendrán asociadas Dispositivos, los cuales para efectos del prototipo serán Vermicomposteras y Contenedores. A su vez, las vermicomposteras tendrá sensores que censan data cada cierto tiempo, enviando estos datos a la API para luego almacenarlos en la base de datos gracias a la tabla Registro Sensor Vermicompostera. La vermicompostera, además, tendrá registros que se harán manualmente por el Reciclador, por lo que es la justificación de la tabla Registro Vermicompostera. Finalmente, la tabla Registro Balde es la que permite almacenar los datos censados por la balanza a cierto balde.

3.3 Interfaz Usuario

Para desarrollar correctamente las interfaces, es necesario detectar los usuarios de la solución, para ello se requiere realizar un análisis de los actores del sistema, esto se refiere a toda persona involucrada en el desarrollo del sistema y que tenga un papel importante. No necesariamente todos los actores serán usuarios del sistema, muchas veces puede haber un usuario que representa un conjunto de actores, como es el caso del usuario Administración. Finalmente son mencionado tanto las historias de usuario, como los requerimientos asociados a estas.

3.3.1 Análisis actores del sistema.

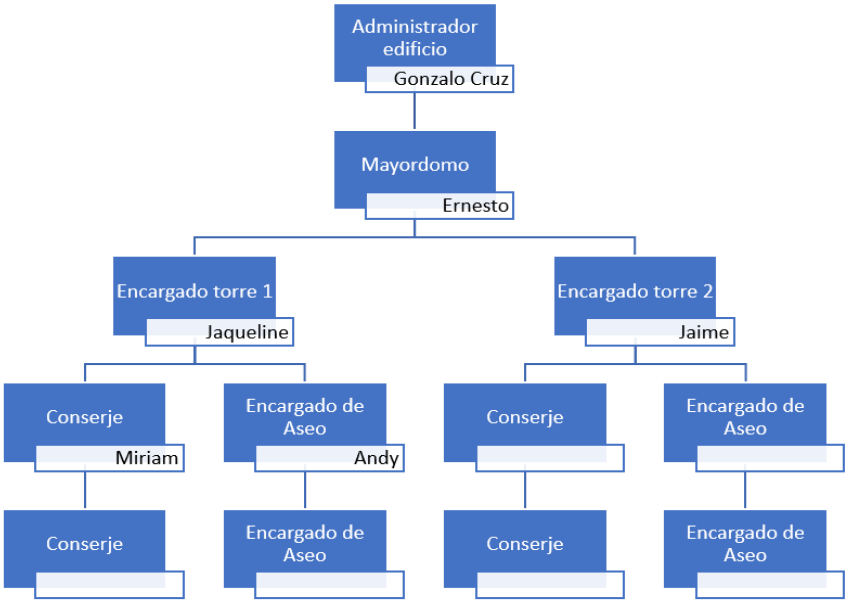

Figura 11: Jerarquía trabajadores EcoUrbe.
Fuente: Elaboración propia.

Existe diferentes actores que se relacionan con el funcionamiento del sistema, como se puede observar en la figura 11, cada uno de los trabajadores contempla una labor especifica dentro de la comunidad de Ecocurbe. Relacionado con lo anterior, cada actor posee un rol y dolor en particular, a continuación, se presentan estos datos en mayor detalle:

Nombre de Usuario	Conserje del edificio
Rol del usuario	Encargado del ingreso de las personas y la vigilancia del edificio.
Tareas	• Atender y controlar los accesos al edificio, junto con el registro de las visitas y vehículos. • Encargado de la seguridad del edificio, junto con el monitoreo de cámaras de seguridad. • Efectuar rondas previamente establecidas en el edificio. • Recibir, almacenar y entregar la correspondencia dirigida a los residentes. • Encendido y apagado de luces y electrodomésticos del edificio. • Encargado de la administración de los espacios públicos. • Encargado de recibir y atender las llamadas. • Atender a personal relacionado a servicio técnico. • Moderar el ruido y las emergencias en el edificio.
Dolor	Las visitas que llegan exigen ser atendidas de inmediato, interrumpiendo otras labores.

Dato de interés	Uno de los conserjes había realizado compostaje en su hogar.

Tabla 13: Análisis actor Conserje del edificio
Fuente: Elaboración propia.

Nombre de Usuario	Encargado de aseo y ornato
Rol del usuario	Encargado de la supervisión de los procesos de limpieza y ornato del edificio.
Tareas	• Limpieza y mantención de los espacios comunes del edificio. • Organización y disposición de la basura en el edificio: extraer, retirar, embolsar, compactar, cargar y conducir a los lugares previamente establecidos. • Recolección de los residuos reciclables por piso.
Dolor	Dificultad de ir a retirar los residuos piso por piso y el tener que esperar los ascensores demasiado tiempo. Usualmente se encarga una o dos personas para que vayan una vez a la semana a retirar los residuos, según sus propias palabras este trabajo es demasiado desgastante y hay ocasiones en los que mandan a una sola persona a tratar con demasiados residuos.
Dato de interés	La mayoría posee un dispositivo celular inteligente.

Tabla 14: Análisis actor Encargado de aseo y ornato.
Fuente: Elaboración propia.

Nombre de Usuario	Mayordomo del edificio
Rol del usuario	Encargado de las administración y cuentas del edificio.
Tareas	• Supervisar a los trabajadores del condominio • Llevar registro de los gastos comunes • administrador fondos del condominio • Recibir y administrar los reportes de las compañías, entre ellos la de las empresas recicladoras. • Asistir y participar en las reuniones del edificio • Mantener al día registro de los residentes y sus datos. • Mantener al día libros de novedades, sugerencias o reclamos y control de trabajadores. • Copia de registros legales relacionados al edificio. • Registro de cuentas y equipos relacionados al edificio.
Dolor	Su principal dolor es la de tratar con demasiado papeleo y registros del edificio. El comité administrador dijo ayudarlo con tanto registro, pero esta ayuda nunca llegó.

Dato de interés	Menciona la necesidad del edificio por tener un software de gestión. También menciona que los informes recibidos por las empresas de reciclaje son demasiado extensos y difíciles de repartir a la comunidad.

Tabla 15: Análisis actor Mayordomo del edificio.
Fuente: Elaboración propia.

Nombre de Usuario	Encargado de torre
Rol del usuario	Se encarga de supervisar el personal y los equipos relacionados a la torre que fue asignada.
Tareas	• Supervisar el cumplimiento de los turnos establecidos • Supervisar las condiciones de seguridad, higiene y trabajos de mantenimiento. • Supervisar el correcto funcionamiento de las áreas y bienes comunes. • Supervisar el correcto funcionamiento de los equipos y sistemas del edificio, como por ejemplo las calderas y paneles fotovoltaicos.
Dolor	Tiene que estar moviéndose constantemente por le edificio para revisar los equipos, esto le hace perder mucho tiempo.
Dato de interés	Nunca fue posible realizar una reunión eficiente porque siempre estaba corto de tiempo.

Tabla 16: Análisis actor Encargado de torre.
Fuente: Elaboración propia.

Nombre de Usuario	Residente
Rol del usuario	Habitante del edificio.
Tareas	• Pago del gasto común. • Uso adecuado de los espacios comunes del edificio. • Cumplir con las reglas establecidas en el edificio
Dolor	Los residentes suelen encontrar los gastos comunes demasiado altos. Los residentes de algunos pisos tienen problemas por el ruido que se genera en los quinchos.
Dato de interés	Gran parte de los residentes son extranjeros, y estos poseen otra cultura y manera de celebrar que los chilenos.

Tabla 17: Análisis actor Residente.
Fuente: Elaboración propia.

Nombre de Usuario	Comité administración
Rol del usuario	Entidad encargada de velar por los intereses de la comunidad

Tareas	• Toma de decisiones del edificio en representación de la comunidad. • Detectan y buscan posibles soluciones para problemas frecuentes con los que se pueden encontrar la comunidad.
Dolor	El sistema de gestión de residuos no contempla las necesidades reales de la comunidad. La comunidad no obtiene retribución directa por separar sus residuos en origen y disponer el material reciclable. Los costos de la empresa de recolección asociada son demasiado grandes.
Conciencia Ambiental	Alto, puesto que están dispuesto a seguir con el proceso de reciclaje a pesar de que esto implica costos para la comunidad.
Dato de interés	No hay.

Tabla 18: Análisis actor Comité administración.
Fuente: Elaboración propia.

3.3.2 Usuarios de la solución

No todos los actores del sistema son usuarios de la solución, esto se determina en base a la necesidad real de que un actor requiera de algún dato o historias de usuario que puedan satisfacerse con el sistema.

En base al análisis de los actores se obtuvieron los siguientes usuarios, cabe mencionar que durante el desarrollo de los ciclos Lean UX ocurrieron diversas modificaciones en los usuarios y los supuestos del equipo, estos serán explicado con mayor detalle más adelante. Pero antes, es importante conocer los usuarios resultantes del análisis de actores

Residente.

Principal agente del sistema, será quien aporte la materia prima mediante la separación en origen de sus residuos, para posteriormente disponerlos en el sistema de recolección.

Para el sistema de software nosotros no consideraremos todos los datos del residente, si no, el departamento. Esto es debido a diversas razones:

1. Los habitantes de un departamento pueden variar, los departamentos podrían ser arrendado o llegar a vivir alguna persona por temporada.
2. Darle al residente la responsabilidad de estar ingresando y validando datos es demasiado engorroso.
3. Para el sistema de software, no hay necesidad de manejar estos datos.

Administración

Usuario destinado a tener un monitoreo del reciclaje en el edificio, puesto que entre los dolores la mayoría del personal parece estar sumamente ocupado y con la dificultad de encargarse de tareas extras; este usuario es una aglomeración de diferentes actores: las funciones de este usuario es la del monitoreo del edificio, la generación de instructivos para repartir a la comunidad y observar el estado de los equipos, en este caso las composteras. Por

consiguiente, la comunidad tiene el rol de decidir quiénes podrán acceder a las interfaces de este usuario.

Reciclador

Persona contratada y capacitada, encargada de recolectar los residuos de la comunidad y valorarlos para disponerlos a la venta. Este usuario tiene las funciones de monitorear el estado de las composteras y sus cajones y confirmar que los residuos hayan sido retirados o dispuestos; además, dentro del software cuenta con un instructivo y notificaciones que lo apoyará en las labores del proceso de recolección.

3.3.3 Historias de usuario

Para cada tipo de usuario hay distintas historias, esto son, requerimientos que los usuarios desean que el sistema cumpla. De estas historias se infieren los requerimientos funcionales del sistema. Cabe mencionar que estas historias de usuario pasaron por diversos cambios en base a los ciclos de la metodología Lean UX, estos ciclos serán descrito con mayor detalle más adelante en el trabajo.

Residente

1. Como usuario **Residente** me gustaría ser capaz de visualizar la cantidad de residuos orgánicos que generó mi hogar durante el último mes, para poder dimensionar la cantidad de residuos orgánicos que género y ver una historia de ellos.

2. Como usuario **Residente** me gustaría saber a qué días y a qué hora se recogerán los residuos orgánicos de mi domicilio.

3. Como usuario **Residente** me gustaría ver el aporte ambiental que realicé a partir de la cantidad de residuos que gestiono con el sistema.

4. Como usuario **Residente** me gustaría contar con un instructivo que me permita saber qué residuos se pueden gestionar a través del sistema y la forma ideal de hacerlo.

Administración

5. Como usuario **Administración** me gustaría visualizar la cantidad de residuos orgánicos reciclados por la comunidad entera y por cada piso en diferentes lapsos de tiempo: 1 mes, 3 meses y 6 meses.; además, me gustaría visualizar la relación entre el reciclaje de esta cantidad de residuos y el aporte ambiental que conlleva.

6. Como usuario **Administración** me gustaría ingresar a la sección reportes, seleccionar el mes y que este me genere un archivo en formato PDF con la siguiente información:
    a. Membrete con los datos de la comunidad (Nombre, dirección, miembros del comité).
    b. Cantidad total de residuos recolectados en el mes.
    c. Cantidad de humus generado a través de los residuos.
    d. Link a nuestras redes sociales.
    e. Instructivo sobre cómo funciona Conciencity.

7. Como usuario **Administración** me gustaría tener una visualización general de los datos de los diferentes procesos que comprende el sistema, estos son: separación en origen, recolección y transformación.

8. Como usuario **Administración** me gustaría poder visualizar los instructivos de los residentes y de los recicladores, para saber las labores que deben realizar esos usuarios.

Reciclador

Los usuarios del tipo **Reciclador** poseen el rol de ser **encargado de los residuos orgánicos**, por consiguiente, las historias de usuario están relacionadas con el tratamiento de este.

9. Como usuario **Reciclador** me gustaría poder **monitorear** las variables críticas de los procesos de la gestión de residuos, estas variables son:
    a. Humedad de la vermicompostera.

10. Como usuario **Reciclador** me gustaría contar con un instructivo que me informe de toda mi labor dentro del sistema.

11. Como usuario **Reciclador** me gustaría recibir notificaciones diarias de las labores que tengo que realizar, por ejemplo, los volteos del contenido de la vermicompostera, con el fin de tener bien claras las acciones que debo realizar en un tiempo estimado.

3.3.4 Requisitos Funcionales

En base a las historias de usuario descritas, surgen los siguientes requisitos del sistema:

Residente

- R1.1: el sistema debe proveer una interfaz gráfica para el usuario residente, en esta interfaz debe visualizarse la siguiente data:
    - Cantidad de residuos reciclados por el usuario al mes.
    - Disminución de la huella de carbono en base al total de sus residuos orgánicos reciclados en un lapsus de tiempo.
- R1.2: en la interfaz gráfica del residente (vista principal), debe visualizarse el dato de la fecha de recolección para la comunidad donde habita el residente.
- R1.3: el sistema debe proveer una sección de instructivos para saber cómo realizar correctamente los procedimientos de separación en origen, el Residente debe poder acceder al pdf del instructivo y ser capaz de descargarlo.

Administrador

- R2.1: el Administrador, en su interfaz principal debe visualizar un gráfico del total de residuos generados por la comunidad por cada piso; es decir, un gráfico donde en el eje X vaya la cantidad de residuos generado (kilogramos) y en el eje Y vayan los pisos de la comunidad, este debe filtrarse por tiempo: 1 mes, 3 meses y 6 meses.
- R2.3: el Administrador, en su interfaz principal debe visualizar 3 gráficos en una sección de “datos generales del sistema”, donde en uno se muestre los datos de la comunidad en cuanto a la separación en origen (total de los residuos generados por la comunidad en las últimas 4 recolecciones), en otro se muestre al recolector asociado a la última recolección y la cantidad de residuos recolectado y el tercero debe mostrar el último estado de la compostera de la comunidad.
- R2.4: el Administrador debe tener una sección de Instructivos, en la cual pueda visualizar los Instructivos para los tipos de usuario Residente y Reciclador.

Reciclador

- R3.1: proveer una interfaz que muestre gráficos de la Temperatura de la vermicompostera vs el Tiempo.
- R3.2: proveer una interfaz que le muestre un instructivo con todas las acciones y sus respectivos pasos a realizar para cumplir con los procesos de gestión.
- R3.3: sistema debe notificar en un tiempo definido sobre las acciones que debe realizar el recolector en sus jornadas laborales.

3.4.1 Supuestos del equipo

En la siguiente sección es posible ver los supuestos que tenía el equipo, antes de realizar las validaciones correspondientes ligadas a la funcionalidad del sistema de cada usuario. Cabe destacar que las funcionalidades del Reciclador están enfocadas mayoritariamente en el área operacional, mientras que los demás usuarios están más enfocados en las interfaces del sistema.
Luego de realizar ciclos de conversar y experimentar con los usuarios, fue posible llegar a nuevas conclusiones. Por consiguiente, es importante destacar la diferencia entre nuestros requerimientos antes y después del acercamiento a los usuarios.

Residente

1. Está interesado en conocer la trazabilidad del residuo, esto comprende la información de tanto los procesos, como los empleados que son parte del mismo.
2. Está interesado en visualizar la cantidad de residuos en distintos lapsos de tiempo, estos son: un día, una semana, un mes y 6 meses.
3. Está interesado en ver la cantidad de residuos por departamento, piso y edificio completo
4. Está interesado en visualizar el sistema a través de una aplicación móvil.
5. Le interesa conocer el aporte ambiental asociado a sus residuos.
6. Le interesa contar con una sección de instructivos para informarse de los procesos de recolección y los detalles del compostaje.

Administrador

1. Está interesado en visualizar cierta analítica del sistema, viendo datos del comportamiento de las comunidades.
2. Será el encargado de la gestión de usuarios, de tal forma que puede crear, editar y eliminar, según sea el caso.
3. Tendrá control sobre los recicladores del sistema, siendo capaz de visualizar diferentes datos.

Reciclador.

El papel del reciclador podrá realizarlo sin problemas un encargado de Aseo, esto comprende:

1. Retiro del residuo departamento por departamento.
2. Acondicionamiento del residuo, que se refiere a filtrar en caso de haber productos que no sean compostables.
3. Monitoreo de los dispositivos que comprenden el sistema.

3.4 Metodología de trabajo

Una vez finalizado el análisis de los usuarios damos inicio a los diferentes ciclos que comprende a metodología de trabajo Lean UX.
Estos ciclos se componen de diferentes procesos en los que el equipo decide supuesto, realiza mock-up y valida estos con los usuarios, para obtener una retroalimentación que deriva en cambios en el sistema. Puede encontrar mayor detalle de esta metodología en el capítulo 2.

3.4.2 Creación de MVP

Durante el desarrollo del proyecto se crearon diferentes mockup, los cuales fueron discutidos con el equipo y usuarios de la solución. Aunque se crearon diseños para cada usuario del sistema, el Residente fue el que presentó mayores cambios. Como se aprecia en las siguientes figuras, hubo cambios que desembocaron en una interfaz completamente diferente.

Figura 12: mock-up primer MVP del sistema, vista del usuario Residente.
Fuente: elaboración propia.

Figura 13: mock-up segundo MVP del sistema, vista del usuario Residente.
Fuente: elaboración propia.

Figura 14: mock-up tercer MVP del sistema, vista del usuario Residente.
Fuente: elaboración propia.

3.4.3 Experimentación y feedback de los usuarios

Para la etapa de experimentación se realizó una pequeña encuesta con los usuarios del sistema para corroborar que los supuestos del equipo fueran ciertos. Se entrevistó tanto a residentes, como conserjes, encargados de aseo y administradores.
Durante el proceso se aprovechó de validar los mock-up construidos previamente, realizando un test Guerrilla[16] con los residentes entrevistados y algunas personas de la administración del edificio.

Muchas funcionalidades quedaron descartadas, por lo anterior, se decidió crear un nuevo usuario encargado de aspectos de gestión del sistema, este usuario se llamó ConcienCity, y hace referencia al administrador general de comunidades.
Además, el usuario Administrador, pasó a ser llamado Administración, por referirse a todos los miembros de la administración del edificio.

De esta manera se obtuvo la siguiente información.

Residente:

1. No está tan interesado en conocer la trazabilidad con tanto detalle, pero sí rasgos básicos del proceso de recolección.
2. Le interesa conocer únicamente la cantidad de residuos de su departamento, las cantidades de piso y edificio resultan ser engorrosas para los usuarios.
3. Le interesa visualizar la cantidad de residuos de las últimas recolecciones, pero no de un rango de tiempo tan alejado.
4. No está interesado en visualizar mediante una aplicación móvil, aunque le agrega valor al sistema, los usuarios suelen quejarse por la falta de memoria en los dispositivos, por lo que basta con que el sistema sea responsivo para poder ingresar mediante celular.
5. Le interesa conocer el aporte ambiental, siempre que no sea demasiado complejo.

Administración.
Se espera que cualquiera de la administración sea capaz de acceder a las vistas de este usuario, por lo que las funcionalidades cambian bastante.

1. No está interesada en ver una gran analítica, pero si conocer detalles de los 3 procesos fundamentales del sistema, diferenciación, recolección y transformación.
2. Prefiere no estar encargado de la gestión de usuarios, para esta labor existe el usuario Conciencity.
3. Se desliga totalmente de los trabajadores del sistema, por lo que ya no posee esta funcionalidad.
4. Le interesa contar con pequeños gráficos de residuos por períodos de tiempo definido.

[16] El test Guerilla corresponde a un tipo de validación informal que puede ser realizada de forma muy compleja o de forma muy sencilla. Para este caso, durante este test se mostraron los mock-up a los usuarios explicando la funcionalidad de cada componente.

5. Está interesado en visualizar instructivos, similares al residente.

Reciclador

Aunque la administración estaba de acuerdo con que los encargados de aseo se dedicaran como recicladores, conversando con ellos, estos se mostraron bastante disconformes con la idea, al parecer la labor de recolección de basura era demasiado tediosa y agotadora, y el retiro de residuos reciclables era un trabajo extra. Por tanto, inicialmente contaremos con un personal de aseo, pero para futuro esperamos tener voluntarios o un trabajador fijo que atienda varias comunidades.

Las funcionalidades de este usuario corresponden a las siguientes:

- Monitoreo de los dispositivos de compostaje.
- Confirmación se notificaciones relacionadas con el estado de la compostera.

Conciencity

Este usuario surgió como una solución para encargarse de tareas que quedaron dejadas de lado por la transformación del usuario administrador. Además, abarca otras tareas que habían sido dejadas de lado para el primer prototipo; este usuario será manejado inicialmente por nosotros, pero esperamos ser capaz de entregar esta laboral a los municipios.

El usuario Conciencity está interesado en visualizar, eliminar, editar y crear todos los elementos que comprenden la base de datos del sistema. Estos son:

- Comunas
- Comunidades
- Usuarios: Reciclador, Residente y Administración
- Dispositivos: Composteras y Valdés.

Los detalles de estos pueden encontrarse con mayor detalle en el capítulo 4.

3.4.4 Interfaces del sistema

Finalmente, luego de las iteraciones anteriores las interfaces cuentan con las siguientes características.

Vista del usuario Residente:

Esta vista permite al usuario Residente monitorear todo lo relacionado con la gestión de residuos. De esta manera el Residente puede visualizar:

- Cantidad de residuos ahorrados por parte de la municipalidad en el último mes, esta cifra se refiere a la cantidad de residuos que evitaron ser retirados y transportados a un relleno sanitario.
- Próxima recolección y el tiempo que falta para su realización.

- Analítica de los últimos residuos del residente, junto con el detalle del peso, día y reciclador asociado.
- Analítica histórica de los residuos del residente.
- Instructivos que explican el funcionando del sistema y los residuos permitidos para ser reciclados.
- Editar datos del perfil.

Vista del usuario Administración.

Esta vista permite al usuario Administración tener una visión general de las variables y procesos generales del sistema. En base a lo anterior, esta vista permite visualizar:

- Analítica de la cantidad de residuos reciclados por la comunidad.
- Estado básico de las composteras
- Datos del reciclador asociado
- Instructivos del residente.
- Editar datos del perfil.

Vista del usuario Reciclador.

Esta vista permite al usuario Reciclador tener una visión general de las variables y procesos asociados a la recolección. En base a lo anterior, esta vista permite visualizar:

- Monitoreo de la temperatura de los cajones de la compostera.
- Notificaciones asociadas al estado de la compostera, junto con alguna acción asociada.
- Instructivos del residente.
- Editar datos del perfil.

Vista del usuario Conciencity.

Esta vista permite al usuario Conciencity acceder a todas las variables generales del modelo de datos. En base a lo anterior, esta vista permite:

- CRUD[17] de las comunidades y comunas.
- CRUD de los usuarios Residente, Administración y Reciclador.
- CRUD de los dispositivos: balde y compostera.

[17] CRUD es el acrónimo de Create, Read, Update and Delete, y se usa habitualmente para referirse a las funciones básicas en bases de datos o la capa de persistencia en un software. [61]

CAPÍTULO 4: VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN

Las pruebas de usabilidad corresponden a procedimientos con los cuales es posible probar el nivel de usabilidad de un sistema informático utilizando métodos empíricos. Además, cuenta con la capacidad de detectar posibles errores y soluciones en el sistema. [36]

Existen diversos tipos de pruebas de usabilidad, a continuación, se mencionan las pruebas ejecutadas para la validación de la solución.

4.1.1 Análisis experto Análisis Experto por Alonso Carvajal

Egresado Ingeniería de Ejecución en Computación de la USACH, para mayor detalle dirigirse al Anexo G.

Heurística	**Opinión**
Consistencia y estándares	Se cumple consistencia y estándares en todas las vistas en cuanto a diseño. Usa técnicas de coloración coherentes y también interfaces simples. No se cumple consistencia en los textos del resumen de las recolecciones, ya que algunas palabras están con mayúsculas y otras con minúscula.
Visibilidad del estado del sistema	En el formulario de LOGIN, al hacerle clic a iniciar sesión, el sistema tarda en iniciar la sesión y redirigir a la vista principal, durante ese tiempo no sé qué está pasando. Se da a entender bien la ubicación del usuario en cada momento. En el formulario para cambiar contraseña el título correcto debiese ser “Cambiar Contraseña” y no “Formulario usuario”. En la sección data histórica, si bien yo entiendo la información, me pongo en los zapatos de un residente y creo que este gráfico no se explica adecuadamente.
Similitud entre sistema y mundo real	Se entrega la información en un lenguaje que es cómodo para el usuario (a mi parecer), por lo que sí se cumple esta heurística.
Control de usuario y libertad	En la sección “editar perfil”, se pueden editar los datos, más no deshacer las ediciones.
Prevención de errores	En la sección “editar perfil”, a los formularios falta definir una indicación que ayude al usuario a saber cómo completar estos campos. Sobre todo, en la contraseña, ¿se permite cualquier contraseña?

Reconocer mejor que recordar	Se cumple a través de la página.
Uso eficiente y flexibilidad	Se cumple a través de la página.
Ayuda, diagnóstico y recuperación de errores	Se cumple parcialmente. Falta un trabajo de validación entre Back-end y Front-end, para obtener mayor detalle de los errores.
Diseño práctico y minimalista	Se cumple a través de la página.
Ayuda y documentación	Hay ayuda por parte de los instructivos hacia el residente sobre su labor en el sistema. Pero falta una posible sección de contactos.

Tabla 19: Primer Análisis Experto, por Francisco Salazar.
Fuente: Elaboración propia.

4.1 Análisis experto

Un análisis experto se refiere a cuando en experto en usabilidad utiliza sus conocimientos y experiencias para realizar una revisión de un sitio web. El experto detectara posibles problemas y correcciones. Este análisis suele basarse en algunas reglas o heurísticas.
La guía utilizada corresponde a las 10 Heurísticas de Jacob Nielsen, el detalle de estas puede encontrarse en el capítulo 2 Marco conceptual.

Para este trabajo se realizó un análisis experto con 2 profesionales del área de la informática.

4.1.2 Análisis Experto por Ignacio Huaiquin.

Egresado Ingeniería en ejecución en informática con el cargo de Ingeniero de Operaciones de Ciberseguridad de Entel. Para Mayor información dirigirse al Anexo G.

	Opinión
Consistencia y estándares	Los botones de Guardar deberían siempre estar a la derecha o izquierda En perfil, está a la derecha, pero en cambiar contraseña, está a la izquierda. Los colores se mantienen, eso está bien.
Visibilidad del estado del sistema	Durante el inicio de sesión, al presioné el botón, el navegador no mostro ningún indicio de estar cargando. Finalmente, al cabo de 2.5 segundos

	fui redireccionado a una pantalla de carga, en donde se mostró el *dashboard*[18] principal. La información del *dashboard* es bastante clara.
Similitud entre sistema y mundo real	Sigue la misma estructura que otras páginas del último tiempo. Tiene un inicio, información, perfil e inicio de sesión.
Control de usuario y libertad	En general se cumple, el usuario puede cerrar sesión mediante un botón ubicado arriba a la derecha o cancelar algún cambio en los formularios. En la sección "perfil", se debería integrar algún botón de cancelar cuando alguien se arrepiente de cambiar sus datos.
Prevención de errores	Al eliminar elementos del usuario como el nombre, sale un mensaje "Ups ha ocurrido un error", debería prevenir este error más que permitirlo.
Reconocer mejor que recordar	Como el sitio no requiere mucho input del usuario y es más bien un *dashboard*, lo principal que es leer el contenido inicial, ya está bastante claro.
Uso eficiente y flexibilidad	Como se estableció en el punto anterior, la experiencia de usuario es tan simple que es difícil brindar atajos para usuarios experimentados, pues ya es bastante eficiente. Quizá 'recordar' cual fue el último gráfico que vio un usuario para que la próxima vez que entre, este el que le interese.
Ayuda, diagnóstico y recuperación de errores	Hay varios errores y mejoras posibles, cuando me equivoco al iniciar sesión, la primera vez, me muestra un rectángulo rojo sin texto. La segunda vez, en cambio, me muestra el mensaje correcto. En la sección "perfil", al momento de fallar la edición, se muestra un mensaje indicando que ocurrió un error, pero no queda claro el porqué.
Diseño práctico y minimalista	Es minimalista, harto blanco, muestra lo relevante.
Ayuda y documentación	Tiene una sección dedicada a instrucciones, pero es un visualizador de PDF. Sería mejor para el usuario que la información esté integrada a la página con una opción de descarga a dicho PDF.

Tabla 20 Segundo Análisis Experto, por Ignacio Huaiquin.
Fuente: Elaboración propia.

4.1.3 Feedbacks:

En base a las opiniones entregadas se realizaron correcciones según fuese necesario. En la tabla

[18] Dashboard o panel de control es un tipo d interfaz gráfica que usualmente permite obtener una mirada de las variables mas importantes de un sistema. [63]

Heurística	Modificación en el sistema
Consistencia y estándares	Se realizó la corrección a los textos de la página.
Visibilidad del estado del sistema	Se agregó un mensaje de carga en el inicio de sesión. Modificación del título del formulario para cambiar contraseña. En cuanto al gráfico de residuos históricos, se discutió la posibilidad de entregar un gráfico mucho más intuitivo, pero para mantener un mínimo producto viable, se decidió abordar esto en un futuro.
Similitud entre sistema y mundo real	Sin cambios.
Control de usuario y libertad	Se agrego la funcionalidad para deshacer edición.
Prevención de errores	En el formulario de edición se agregaron "placeholder"[19] para simular la estructura correcta de los atributos del formulario. Se mejoraron los mensajes de error para hacerlos mas intuitivos.
Reconocer mejor que recordar	Sin cambios.
Uso eficiente y flexibilidad	Sin cambios para el prototipo, pero se consideraron cambios para un futuro.
Ayuda, diagnóstico y recuperación de errores	Mejora en mensajes de errores del inicio de sesión y sección del perfil.
Diseño práctico y minimalista	Sin cambios.
Ayuda y documentación	Se discutió con el equipo agregar una sección especial para enviar consular y reclamos. Para efectos del mínimo producto, se decidió abordar esto en un futuro.

Tabla 21: Cambios en el sistema en base a el Análisis Experto.
Fuente: Elaboración propia.

[19] Placeholder es un atributo del lenguaje HTML, se define como un consejo o indicación corta que permita entregar una guía que ayude al usuario a completar un campo.

4.2 Encuestas Usabilidad

Las encuestas son el camino más fácil para obtener datos de los clientes.
Típicamente se cree que una muestra correcta para realizar un estudio, corresponde al 10% de la población. Pero lo que resulta más importa es si la muestra reúne una cantidad verdaderamente representativa de la población. Para esto se identifican distintos grupos que conforman la población para luego extraer una pequeña cantidad de cada uno. [41]

4.2.1 Tipos de entrevistado

Para el caso de este trabajo, que busca medir el nivel de usabilidad del sistema, se agrupó la población según el nivel de conocimiento que tuviese en tecnologías de la información, para esto se definieron 3 tipos de usuarios:

- Avanzado: Se refiere a un usuario con gran experiencia en sistema de información, debido a su constante interacción con páginas web y aplicaciones móviles. debido a su experiencia tiene claro los patrones con los que debe contar un sistema de información, por lo mismo le resulta más fácil navegar de manera intuitiva. Suelen ser personas de edad joven.

- Intermedio: Usuarios con experiencia media en sistemas de información, por lo mismo, se demoran un poco más en detectar patrones. Aun así, luego de un tiempo pueden familiarizarse con sistemas y navegar de manera intuitiva. Suelen ser personas de edad media.

- Bajo: Usuario con muy poca o nula experiencia con sistemas de información, les resulta tremendamente difícil detectar patrones y elementos de un sitio web o aplicación móvil. Por lo mismo, les resulta difícil navegar de manera intuitiva. Suelen ser personas de edad avanzada.

4.2.2 Muestra

El lugar donde se encuentra realizando el prototipo actualmente corresponde a la comunidad los Manantiales, en el block 10030, ubicado en la comuna del Bosque. Se utilizó esta comunidad para realizar la validación de usabilidad.
De un total de 5 familias, fue relativamente sencillo encontrar los 3 tipos de usuarios antes descrito.
Se buscó reunir 5 personas de cada uno de los tipos de usuarios antes descritos.
Aunque se intentó encuestar a toda la comunidad de los Manantiales, muchas personas prefirieron no ser encuestadas. Por este motivo, se finalizó la muestra agregando personas de otras viviendas. De esta manera se realizaron dos grandes grupos para las pruebas: Un grupo A compuesto por 6 usuarios de la comunidad de los Manantiales, 2 de cada tipo de usuario. Y un grupo B compuesto por 9 usuarios de diferentes comunidades, 3 de cada tipo de usuario.
Fue posible realizar esta composición de grupos debido a que el objetivo de la validación es medir el nivel de usabilidad del sistema, por lo que basta con encontrar residentes que caigan en la categoría de alguno de los grupos anteriormente descritos.

4.2.3 Escenarios y metas.

Un escenario, en el contexto de las pruebas de usabilidad, corresponde a la ambientación de un problema o requerimiento con metas específicas. Los usuarios entienden fácilmente el concepto de escenarios. A su vez, es fácil asociar metas dentro de este mismo escenario. [32]

Para la realización de la encuesta se presentó el siguiente escenario con diversas tareas asociadas a los requerimientos del usuario residente.

Escenario: El usuario ya ha sido previamente informado de cómo funciona el sistema, junto con sus diferentes procesos.
Luego de que los residuos fueron previamente retirados, el usuario desea ingresar a la página con el objetivo de cumplir las siguientes tareas:

- Tarea 1: el residente desea ver la cantidad de residuos totales que aportó ese día y la diferencia en comparación a la semana pasada.
- Tarea 2: El residente desea conocer cuánto tiempo falta para su próxima recolección y en qué fecha y hora se realizará esta.
- Tarea 3: El residente desea ver hacia dónde habría ido a parar su residuo y el dinero ahorrado gracias al sistema.
- Tarea 4: El residente desea ver el total de residuos aportados hasta el momento y el total de recolecciones que se le han realizado.
- Tarea 5: El residente desea entender más de los procesos de recolección, por lo que busca instructivos en la página.
- Tarea 6: El residente desea cambiar sus datos personales.

4.2.4 Cuestionarios estándar.

Un cuestionario estándar corresponde a un formulario diseñado para obtener información de las respuestas. Las preguntas del cuestionario pueden ser preguntas abiertas, multi opción, o un punto en una escala de valoración. Las principales ventajas de utilizar este tipo de encuestas son la utilización de un estándar objetivo, económico, cuantificable y fácil de comunicar, entre otras.
En el caso de la Usabilidad existen diversos cuestionarios, el más utilizado es SUS, que se refiere a las siglas de System Usabilty Scale. Este destaca por ser un cuestionario sencillo y fácil de implementar, pero con resultados confiables y acertados, razón por la cual es uno de los métodos de medición de usabilidad más utilizado. Esta escala consta de 10 preguntas, dentro las cuales cada una puede ser punteada mediante la escala de Likert. [42]

Muy en desacuerdo	Algo en desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Algo de acuerdo	Muy de acuerdo
1	2	3	4	5

Tabla 22: Escala de Likert.
Fuente: Elaboración propia.

4.2.5 Preguntas SUS:

1. Pienso que usare el sistema con frecuencia.
2. Encuentro el sistema innecesariamente complejo.
3. Pienso que el sistema es fácil de utilizar.
4. Creo que necesito el apoyo de algún técnico para usar el sistema.
5. Las funciones de este sistema están bien Integradas. (Explicar que esta pregunta se refiere a que la página reúne adecuadamente todas las funciones de los escenarios)
6. Creo que el sistema es muy Ilógico y las secciones de la página no cuadran.
7. Creo que las personas aprenderán a usar el sistema rápidamente.
8. Encuentro el sistema difícil de usar.
9. Me siento confiado de usar esta página.
10. Necesito aprender muchas cosas antes de ser capaz de usar este sistema.

4.2.6 Resultados SUS

Se utilizo SUS para evaluar el nivel de usabilidad del sistema con los usuarios residentes, a continuación, se detallan las respuestas.

4.2.6.1 Grupo A: Comunidad los Manantiales block 10030.

N RESIDENTE	EDAD	NIVEL	DEPTO.	PREGUNTAS SUS									
1	38	I	11	5	3	5	1	5	1	5	1	5	1
2	20	A	11	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
3	50	B	12	4	4	5	1	5	4	5	3	3	5
4	15	A	12	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
5	31	I	22	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
6	52	B	32	5	3	5	1	5	1	5	1	5	1

Tabla 23: Respuesta SUS grupo A.
Fuente: Elaboración propia.

4.2.6.2 Grupo B: Residentes de diferentes comunidades.

N RESIDENTE	EDAD	NIVEL	SECTOR	PREGUNTAS SUS									
7	57	B	Maipú	4	1	5	2	5	1	5	1	3	5
8	36	I	Maipú	5	2	5	1	3	1	5	1	5	1
9	40	I	Maipú	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
10	15	A	Maipú	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
11	29	I	Santiago Centro	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
12	60	B	Santiago Centro	5	1	5	1	5	1	5	2	5	1
13	63	B	Santiago Centro	5	2	3	1	5	1	5	4	3	4
14	26	A	Providencia	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
15	30	A	Providencia	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1

Tabla 24: Respuesta SUS grupo B.
Fuente: Elaboración propia.

4.2.6.3 Análisis puntajes SUS

Como se aprecia en la figura 18, en general el desempeño del sistema es bastante bueno y permite validar la usabilidad de este. Los menores puntajes son alcanzados en las preguntas 2 y 10. En relación a lo anterior, si observamos la figura 19 podemos notar que los menores puntajes son alcanzados por los usuarios con baja experiencia en sistemas informáticos. Los usuarios tipo bajo mencionaron que les complicaba las páginas web en general, por lo que estos puntajes no necesariamente se deben a una falta de usabilidad. Cabe mencionar

que varios de estos usuarios indicaron que, en caso de ser necesario, podían contar con algún miembro del grupo familiar que pudiese brindarle apoyo para navegar por el sistema.

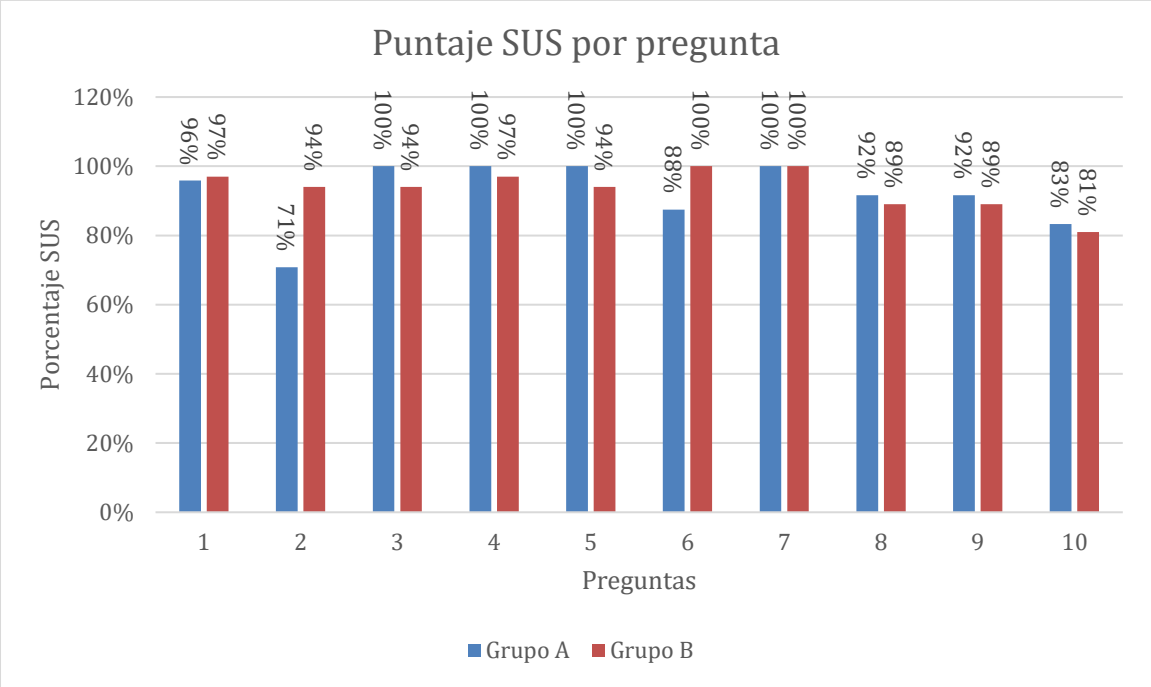

Figura 15: Gráfico de puntajes SUS calculados por preguntas para los grupos A y B.
Fuente: Elaboración propia.

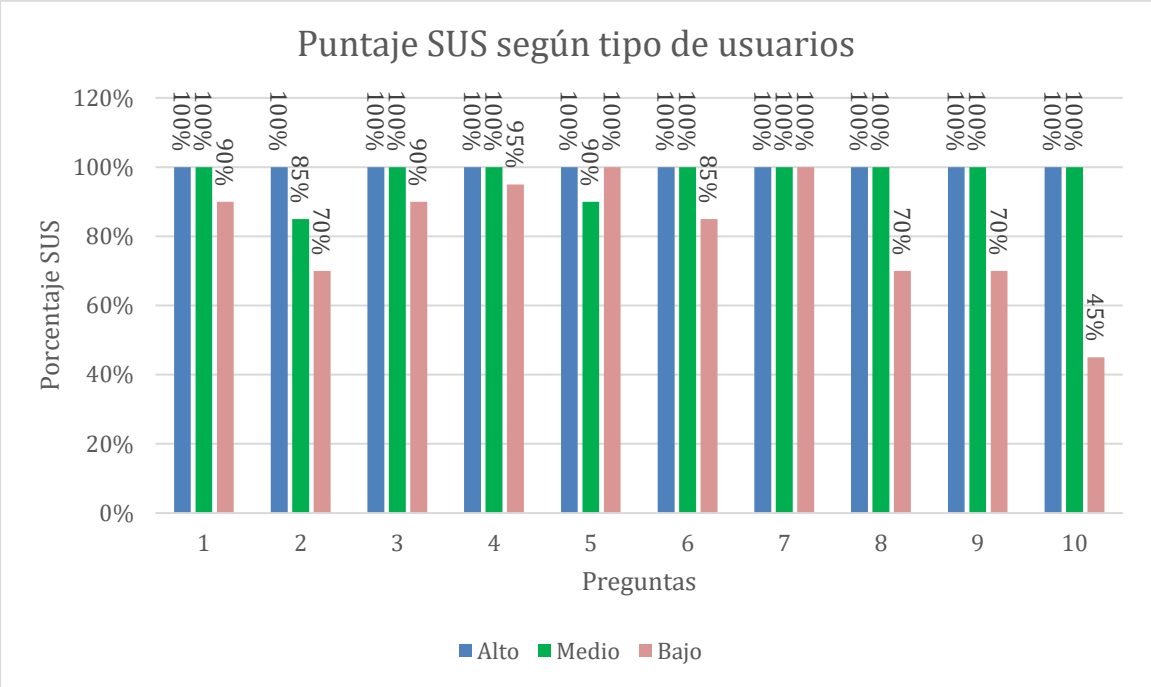

Figura 16: Gráfico de puntajes SUS calculados por preguntas según tipos de usuarios.
Fuente: Elaboración propia.

4.2.6.4 Problemas de Usabilidad detectados.

Durante las pruebas de usabilidad hubo diferentes problemas identificados, algunos fueron indicados directamente por los usuarios mientras que otros fueron captados visualización la interacción con la interfaz.

A continuación, se presentan los problemas identificados:

- Problema 1, en tarea 1, al usuario le cuesta identificar el total de residuos de una fecha en particular.
- Problema 2, en tarea 4, al usuario le cuesta visualizar la cantidad de residuos totales, el gráfico no se entiende.
- Problema 3, en tarea 6, el usuario no alcanza a identificar si los datos fueron actualizados correctamente.
- Problema 4, el usuario está interesado en conocer más acerca del proceso de transformación.

N RESIDENTE	TIPO	TAREA 1	TAREA 2	TAREA 3	TAREA 4
1	I	8	4	8	10
2	A	6	3	4	13
3	B	18	7	8	21
4	A	3	2	3	5
5	I	7	6	5	9
6	B	8	6	6	5
7	B	15	8	10	24
8	I	10	4	5	4
9	I	5	3	4	7
10	A	6	3	4	10
11	I	4	2	4	5
12	B	12	6	6	12
13	B	17	8	8	16
14	A	3	3	3	5
15	A	5	4	4	6
PROMEDIO	**8,47**	**4,60**	**5,47**	**10,13**	**6,73**
MEDIA	**7**	**4**	**5**	**9**	**5**

Tabla 25: Problemas de usabilidad detectados.
Fuente: Elaboración propia.

Podemos notar que la problemática 3 presenta la mayor cantidad de usuarios que detectaron el problema, además estos usuarios se componen de los 3 tipos. Por consiguiente, es el problema más relevante.
Si notamos los problemas detectados por tipo de usuarios, notamos que la mayoría de los problemas de los usuarios bajo y intermedio se relación con a la visualización de datos, poder detectar cantidad de residuos y visualizar la cantidad de residuos totales.
A continuación, en la tabla 27 se presentan acciones para mitigar cada uno de los problemas anteriores.

Problema	Acción mitigadora
Identificar total de residuos	Para solucionar este problema se mejoro la sección de visualización de residuos totales por fecha, agregando un diseño mas agradable y enmarcando el total de residuos con colores llamativos.
Visualizar residuos totales	El problema con la sección de residuos totales, fue identificada anteriormente en el análisis experto. Para ámbitos de prototipo esta sección esta bien, pero se espera realizar una mejora en un futuro, que permita tener una interfaz mas intuitiva.
Identificar mensaje actualización de datos del perfil.	El problema con el mensaje de actualización era que los usuarios no alcanzaban a identificar pues se ocultaba luego de un tiempo. Por lo que se cambio este mensaje por una ventana emergente, de tal forma que el usuario identifique claramente la actualización del perfil.
Conocer acerca del proceso de transformación.	Para ámbitos de prototipo, se considera que el sistema esta bien abarcando solo los procesos de diferenciación y recolección. Pero, se espera trabajar con el proceso de transformación en un futuro.

Tabla 26: Acciones mitigadores de los problemas de usabilidad detectados.
Fuente: elaboración propia.

4.2.7 Task Time

Corresponde al tiempo que un usuario pasa en una actividad. Usualmente se refiere al tiempo en que tardan los usuarios en completar con éxito un escenario de tarea predefinido, pero puede ser el tiempo total que tarda en una página web. [41]
Existen diferentes formas de medir y analizar la duración de una tarea, por ejemplo, es posible medir el tiempo que tarda un usuario en abandonar una tarea o completarla de forma incorrecta.

N Residente	Tipo	Tarea 1	Tarea 2	Tarea 3	Tarea 4	Tarea 5	Tarea 6
1	I	8	4	8	10	7	14
2	A	6	3	4	13	5	12
3	B	18	7	8	21	10	15
4	A	3	2	3	5	4	7
5	I	7	6	5	9	4	9
6	B	8	6	6	5	7	8

7	B	15	8	10	24	14	15
8	I	10	4	5	4	8	12
9	I	5	3	4	7	5	7
10	A	6	3	4	10	4	9
11	I	4	2	4	5	4	10
12	B	12	6	6	12	9	14
13	B	17	8	8	16	11	13
14	A	3	3	3	5	4	8
15	A	5	4	4	6	5	7
Promedio		**8,47**	**4,60**	**5,47**	**10,13**	**6,73**	**10,67**
Media		**7**	**4**	**5**	**9**	**5**	**10**

Tabla 27: Resultados en segundos Task Time.
Fuente: Elaboración propia.

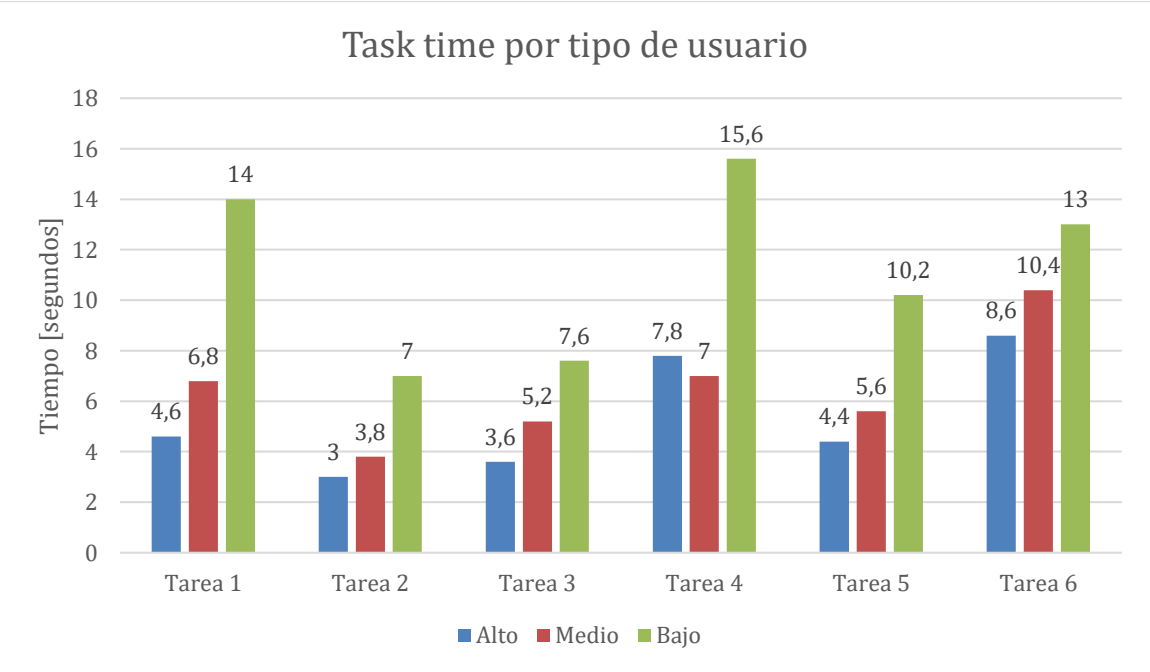

Figura 17: Gráfico de Task Time según tipos de usuarios en segundos.
Fuente: Elaboración propia.

Si observamos los datos de la tabla 28 y la figura 20, podemos notar que en general los tiempos son coherentes con el tipo de usuario, los usuarios tipo bajo suelen ser los que mas tardan en realizar las tareas, alcanzando los valores mas altos para las tareas 1 y 4. Estas

tareas están relacionadas directamente con los problemas detectados en la sección anterior, por consiguiente, ya se realizaron acciones mitigadoras.
Las tareas 4 y 6 son aquellas que toman un tiempo promedio mayor, la tarea 6 corresponde a la edición del perfil, por lo que tiene sentido que tarde mas que tiempo para los usuarios realizar, pues implicar modificar datos.

4.3 Conclusiones validación.

La mayoría de los usuarios del grupo "bajo" son personas de avanzada edad, por lo general cortas de vista, por lo mismo necesitan que los objetos de la página sean grandes y fáciles de encontrar. Por esta misma razón fueron los que presentaron tiempos mas altos en la realización de tareas y quienes requirieron mas apoyo en el sistema. Fueron perfecto para detectar fallas.
Por otro lado, los usuarios avanzados realizan todo sin problemas y tienden a ignorar posibles errores. Estos usuarios ayudaron mayormente a encontrar posibles mejoras para el sistema.

Aunque los usuarios bajo les cuesta manejarse con el sistema, aprenden rápido y aunque al principio no les gustaba mucho la idea de navegar por el sitio, una vez hecho esto, se manejaban con mayor rapidez. Esto se ve reflejado en las encuestas SUS, pues los 3 tipos de usuarios estuvieron de acuerdo en que el sistema era fácil de aprender a utilizar.

A los usuarios les interesa saber hacia dónde va a parar sus residuos, fue uno de los aspectos que llamó más su atención. En relación a lo anterior, están interesados en conocer acerca de los procesos de transformación.

Aunque teníamos dudas con la opción de visualizar residuos totales, los usuarios les pareció interesante conocer cuántos residuos han diferenciado y reciclado hasta el momento.

Usualmente los grupos familiares están compuestos por personas de edad avanzado, media y jóvenes, estos cumplen con los tipos de usuario avanzado, medio y bajo, respectivamente. Por lo mismo las personas que son más inexpertas en aspectos de informática pueden apoyarse en otros de los miembros del grupo familiar. Aunque este podría ser una justificación para permitir el sistema ser menos intuitivo, existen personas que viven sola y presentan un nivel bajo o medio de experiencia con la tecnología. Por lo mismo un requerimiento era que el sistema fuese usable para los 3 tipos de usuarios. En base a los resultados es posible verificar que el sistema es usable para las diferentes clasificaciones y se esperan mejoras a futuro que permitirán fortalecer esto mismo.

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES

5.1 Conclusiones generales

Durante este trabajo se desarrolló un prototipo de un sistema para la recolección de residuos orgánicos en domicilio, particularmente enfocada en la comunidad EcoUrbe. El principal tema de este trabajo corresponde al desarrollo de un software intuitivo para los usuarios de la solución, junto con el análisis, construcción, metodologías y pruebas de validación de este.

Mediante este trabajo se investigó y analizo la situación actual asociada a la gestión de residuos en Chile, en la cual fue posible conocer las diferentes entidades asociadas al manejo de residuos, y las soluciones existentes tanto nacional como internacionalmente.

Gestión de residuos

Respecto a la gestión de residuos en Chile, podemos notar que, aunque los sistemas de recolección y tratamiento se encuentran en un avanza, y han surgido diferentes empresas que buscan tratar el problema, no existe una solución definitiva que haga uso de la tecnología para apoyar sus procesos. Una de las empresas que se encuentra mejor parada, respecto a políticas medioambientales, corresponde a la inmobiliaria Fundamenta. Esta plantea un sistema de reciclaje en distintas comunidades, tales como EcoUrbe. Este sistema plantea el traslado y retiro de residuos reciclables tales como plástico, cartón, latas, etc. Aunque este sistema es un ejemplo para las comunidades en Chile, no considerar el tratamiento de residuo orgánico, siendo el 54% de los desechos generados en hogares.

Mirada Tecnológica

La gestión de residuos comprende 3 procesos claves, recolección, traslado y transformación, cada uno de estos, puede apoyarse en diferentes tecnologías que permitan acelerar el curso de acción y llevar un registro preciso de los residuos generados.

Como ya mencionamos, internacionalmente ya existen múltiples soluciones que aprovechan esta tecnología, la mirada en la solución planteada aprovecha esto. Por consiguiente, ha sido posible generar una solución a se acoge a la problemática de gestión de residuos y que a su vez entrega valor a la solución.

Adicionalmente existe un proceso de concientización necesario para que la población posea los conocimientos y educación básica para pertenecer a un sistema que aporte mediante el reciclaje. La construcción de software para la gestión permite a los usuarios generar conocimientos de los procesos de gestión, permitiendo tener trazabilidad del residuo, desde que es generado hasta el lugar donde habría sido llevado. De esta forma se genera una conciencia ambiental aprovechando las tecnologías existentes.

Enfoque Multidisciplinaria

Un problema puede ser abordado de diferentes áreas, cada una corresponde a una posible solución diferentes. Abordar el problema desde distintas disciplinas permitió tener una visión más real y segura del problema. Si este problema hubiese sido abordado únicamente por el campo de la informática, habría tenido muchas fallas. Mediante el trabajo colaborativo y multidisciplinario fue posible tener un enfoque más realista y completo del sistema.

Personalmente considero que se requiere una gran organización y motivación por parte del equipo para abordar correctamente esta clase de problemas, manteniendo una comunicación adecuada y un ambiente emprender. Aunque existieron contratiempos, el programa de memorias multidisciplinaria permitió mantener una directriz de hacia dónde apuntar el trabajo

Metodología puesta en el Usuario

Para el desarrollo de la solución se utilizó la metodología Lean UX, la cual permitió una gran serie de ventajas, entre ellas, el enfoque dado al usuario para permitir un sistema intuitivo y la capacidad de crear los requerimientos del sistema junto a las diferentes disciplinas que poseen los miembros del equipo. De esta forma se pasaron por diseños iterativos que permitieron descartar requerimientos innecesarios y agregar cualidades al software que aumenta su valor. Gracias a este diseño iterativo se pudieron realizar pequeñas validaciones en cada ciclo que entregaron una gran ayuda en el desarrollo.

Gracias a el enfoque centrado en el usuario, fue posible descartar requerimientos que habrían generado un gran trabajo por parte del equipo, pero muy poco valor por el cliente. Por ejemplo, originalmente se tenía planeado entregar un gran detalle al residente la trazabilidad del residuo, mostrando todos sus procesos y analítica, además se tenía planeado entregar datos de la recolección de todo el edificio y los pisos. Luego de los ciclos iterativos de Lean UX, fue posible descartar estos requerimientos para generar unos mucho más sencillos que generan mayor valor al producto y menos tiempo de desarrollo por parte del equipo. Por tanto, concluyo que un enfoque centrado en el usuario permite ahorrar tiempo de trabajo y asegurar un sistema que aporte valor a los usuarios.

Validación

Finalmente quiero mencionar la importancia de utilizar técnicas de validación, como SUS o Análisis experto, estas fueron sencillas de implementar y permitieron mantener una retroalimentación, midiendo adecuadamente el nivel de usabilidad. Realizar una agrupación de la muestra y enfocarse en los usuarios más inexpertos, permitió tener una visión más clara de las modificaciones, que entregan mayor valor al sistema. En el caso de este proyecto, era necesario tener una validación de usabilidad de usuarios con diferente conocimiento en la tecnología. Por lo mismo concluyo la importancia de validar con los diferentes grupos de usuario, en el que mas importante priorizar agrupar bien a la muestra, mas que la cantidad a encuestar.

Muchas de las técnicas comúnmente aplicadas para validar un software poseían una metodología que desconocía, las encuestas y test de usabilidad, deben ser aplicadas mediante métricas y seguir las recomendaciones dadas por la comunidad informática. Aun así, solo la experiencia puede darte los tips necesarios para realizar una validación precisa. En el caso de las pruebas que implicaban medición de tiempo, hubiese sacado datos mucho más precisos si hubiese contado los milisegundos y no solo los segundos. Además, hubo un tiempo destinado a explicar el funcionamiento general del software, cada usuario realizo preguntas de esta explicación, por lo que habría sido eficiente tener una grabación de esto. Por lo mismo concluyo la importancia de realizar test de prueba para comprender como preparase con una validación real.

5.2 Recomendación

Personalmente recomiendo que este tipo de problema deben ser abordadas por equipos multidisciplinarios, por lo mismo es importante comenzar con una metodología de trabajo inmediatamente, y mantener un compromiso real entre los miembros del equipo. Problemas con el reciclaje en Chile requiera una visión de distintas disciplinas, en las que los miembros del grupo mantengan una comunicación, motivación, responsabilidad y visión conjunta.

Respecto al software, recomiendo tener en prioridad la experiencia de los usuarios, pues estos serán los que decidirán finalmente si el sistema ha sido creado correctamente; para proyectos como este que requiere la validación de distintos usuarios, recomiendo investigar acerca de técnicas para obtener una muestra eficiente de datos que incluya los diferentes grupos que puede contener el sistema.

En cuanto a técnicas de validación SUS resulta ser sumamente eficiente para detectar errores rápidos, si se requiere realizar alguna validación referente a tareas o tiempos de respuesta, recomiendo trabajar con milisegundos, pues estos pueden entregarte más información.

5.3 Trabajos futuros.

En cuanto a trabajos futuros, existen diferentes formas de mejorar el sistema, un punto importante sería realizar un enfoque más comercial, enfocadas en ciencias de la economía y administración, tratando de acerca lo más posible al éxito del proyecto.

Además, existen diversos procesos que formaban parte del tratamiento de residuos, pero por tiempo no pudieron ser abordado correctamente. La concientización, por ejemplo, podría ser abordada de una forma totalmente diferente, enfocada en asegurar la concientización ambiental de los usuarios. Los procesos de acondicionamiento y filtrado del residuo podrían ser abordado de un punto de vista más mecánico y tecnológico, pues existen empresas internacionales, que se encargan de filtrar los residuos, más que separarlos en origen.

Por su parte, en ámbitos ambientales y operacional, tratar residuos domiciliarios y desechos orgánicos es complejo, investigar una posible solución, que pueda ser utilizada en hogares o quizás para empresas resulta interesante.

Por otro lado, en ámbitos de software, existen muchas formas de mejorar el sistema y darle más valor; uno de los aspectos más importantes puede ser la analítica, poder trabajar con datos de los distintos residuos en Chile abre un gran abanico de posibilidades.

Aunque en ámbitos de interfaces y experiencia usuaria, nos enfocamos mayoritariamente en residentes, recicladores y administración, resultan actores fundamentales que pueden llevarse a otras áreas, por ejemplo, el usuario administración puede ser perfectamente retratado por alguna actor municipalidad o empresas que desea conocer analítica y reporte de sus procesos de recolección de residuos.

Referencias

[1] Servicio de Impuestos Internos, *Ley de rentas municipales,* 1999.

[2] A. Allamand Puratic, J. C. Carrasco Moraga, J. Rojas Agüero and S. Rojas Droguett, "Primer reporte del manejo de residuos sólidos en Chile," CONAMA, Santiago, 2010.

[3] Fundamenta, "Cantidades recolectadas y recicladas en la comunidad Eco Urbe," Santiago, 2018.

[4] D. G. d. Comunicaciones, "Memorias multidisciplinarias," [Online]. Available: https://competenciastransversales.usm.cl/index.php/memorias-multidisciplinarias.

[5] La Razón, "BigBelly un contenedor solar que compacta la basura," 4 7 2009. [Online]. Available: https://www.larazon.es/historico/bigbelly-un-contenedor-solar-que-compacta-la-basura-RLla_razon_161713.

[6] Wikipedia, "Ecube Labs," 4 4 2019. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Ecube_Labs.

[7] Compta Emerging Business, "About Compta Emerging Business," [Online]. Available: https://www.ceb-solutions.com/about/.

[8] SmartUp Cities, «Contenedores de Residuos Inteligentes,» 2019. [En línea]. Available: https://www.smartupcities.com/es/contenedores-de-residuos-inteligentes/.

[9] compology, «Fullness Monitoring for Waste: Image-based vs. Ultrasonic Sensors,» Medium, 11 7 2017. [En línea]. Available: https://medium.com/@compology/fullness-monitoring-for-waste-image-based-vs-ultrasonic-sensors-29f360bf01e8.

[10] Crowdberry, «5 continents in one year. How will Sensoneo use the second investment?,» 5 12 2018. [En línea]. Available: https://www.crowdberry.eu/en/news/5-continents-in-one-year-how-will-sensoneo-use-the-second-investment-149/.

[11] P. Contreras, «Emprendedores convierten la basura en compost en solo 5 días,» 27 3 2017. [En línea]. Available: https://www.publimetro.cl/cl/noticias/2017/03/27/emprendedores-convierten-basura-compost-5-dias.html.

[12] P.T., «Ecoven, la aplicación que entrega descuentos por reciclar latas y botellas,» 16 10 2017. [En línea]. Available: http://www.economiaynegocios.cl/noticias/noticias.asp?id=407730.

[13] C. Aguilar, «Joven chileno crea una App para reciclar y ayudar al recolector,» 3 1 2017. [En línea]. Available: https://www.24horas.cl/tendencias/ciencia-tecnologia/joven-chileno-crea-una-app-para-reciclar-y-ayudar-al-recolector-2232570.

[14] J. Dávila, «Bicicla, la app chilena que te regala Bitcoins por reciclar,» 1 3 2018. [En línea]. Available: https://marketing4ecommerce.cl/bicicla-te-regala-bitcoins-por-reciclar/.

[15] M. Rouse and K. Casey, "Software as a Service (SaaS)," 9 2013. [Online]. Available: https://searchcloudcomputing.techtarget.com/definition/Software-as-a-Service.

[16] J. Ordóñez, "¿Qué es una API REST?," 9 2018. [Online]. Available: https://www.idento.es/blog/desarrollo-web/que-es-una-api-rest/.

[17] M. Rouse and I. Wigmore, "Internet de las cosas (IoT)," Tech Target, 1 2017. [Online]. Available: https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Internet-de-las-cosas-IoT.

[18] Wikipedia, "Sensor inteligente," 15 8 2017. [Online]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_inteligente.

[19] R. Valverde, "Sensores. Los dispositivos que alimentan IoT," The Valley Blog, 11 4 2016. [Online]. Available: https://thevalley.es/blog/sensores-los-dispositivos-alimentan-iot/.

[20] A. Guevara, "Frontend y Backend," DevCode Blog, 21 9 2016. [Online]. Available: https://devcode.la/blog/frontend-y-backend/.

[21] Oryx System, "¿Qué es un framework y para qué se utiliza?," Oryx Blog, 12 7 2015. [Online]. Available: https://www.orix.es/que-es-un-framework-y-para-que-se-utiliza.

[22] J. Codina, "5 de los frameworks de PHP más solicitados y requeridos 2016," Drauta Programación Web, 19 1 2017. [Online]. Available: https://www.drauta.com/5-de-los-frameworks-de-php-mas-solicitados-y-requeridos-2016.

[23] Wikipedia, "Python," 2 7 2019. [Online]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Python.

[24] Wikipedia, "JavaScript," 31 5 2019. [Online]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/JavaScript.

[25] Desarollo Web Aula Formativa, "Ventajas y desventajas de usar una framework JavaScript," Aula Formativa, 6 2 2016. [Online]. Available: https://blog.aulaformativa.com/ventajas-desventajas-usar-framework-javascript/.

[26] S. Daityari, "Angular vs React vs Vue: Which Framework to Choose in 2019," 13 6 2019. [Online]. Available: https://www.codeinwp.com/blog /angular-vs-vue-vs-react/.

[27] TechMagic, "React vs Angular vs Vue.js — What to choose in 2019? (updated)," 16 3 2018. [Online]. Available: https://medium.com/@TechMagic/reactjs-vs-angular5-vs-vue-js-what-to-choose-in-2018-b91e028fa91d.

[28] O. Yabiku, "Apps Nativas VS Híbridas: Ventajas y Desventajas," Vex Soluciones, 27 10 2017. [Online]. Available: https://www.vexsoluciones.com/apps-moviles/apps-nativas-vs-hibridas/.

[29] C. Wodehouse, "Hybrid App Frameworks: Tools to Build Hybrid Mobile Apps Fast," Up Work Blog, 19 5 2016. [Online]. Available: https://www.upwork.com/hiring/mobile/hybrid-mobile-app-frameworks/.

[30] Ryte Wiki, "Interfaz de Usuario," 30 6 2019. [Online]. Available: https://es.ryte.com/wiki/Interfaz_de_Usuario.

[31] Wikipedia, "Experiencia de usuario," 5 7 2019. [Online]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Experiencia_de_usuario.

[32] C. Wilson, User Experience Re-Mastered, Burlingstone: Elsevier, 2010.

[33] M. Gimenez, "Análisis Heurístico para UX: evalua la usabilidad de tu web," BLOG.CRECEMOS.CONTIGO, 23 11 2017. [Online]. Available: https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/analisis-heuristico-para-ux-evalua-la-usabilidad-de-tu-web/.

[34] S. Duggirala, "10 Usability Heuristics with Examples," Prototypr Blog, 17 8 2016. [Online]. Available: https://blog.prototypr.io/10-usability-heuristics-with-examples-4a81ada920c.

[35] J. Pande, "10 Nielsen’s Heuristics Explained | Learn & Build Amazing UX," UX Gorilla, 24 3 2018. [Online]. Available: https://www.usertesting.com/blog/color-ux-conversion-rates/.

[36] J. Gothelf, Lean Ux Appliying Lean Principles to Improve User Experience, California: O'Reilly, 2013.

[37] DINNGO, "Design Thinking," 2012. [Online]. Available: http://www.designthinking.es/inicio/.

[38] M. Tena, "Agile Methodology. The revolution of the ways of working," 20 1 2016. [Online]. Available: https://www.bbva.com/es/metodologia-agile-la-revolucion-las-formas-trabajo/.

[39] G. Oliveira, "What you need to know about the Lean process improvement method," 7 8 2017. [Online]. Available: https://blog.softexpert.com/en/lean-process-improvement-method/.

[40] C. Basura, "Residuos Orgánicos: Gestión de residuos orgánicos en rellenos sanitarios y cambio climático," 12 2 2019. [Online]. Available: http://www.fundacionbasura.org/gestin-de-residuos-orgnicos-en-rellenos-sanitarios-y-cambio-climtico/.

[41] J. Sauro y J. R. Lewis, Quantifying the UserExperience Practical Statistics forUser Research, Waltham, Massachusetts: Elsevier, 2012.

[42] F. Devin, "Sistema de Escalas de Usabilidad: ¿qué es y para qué sirve?," Uxpanol, 25 2 2017. [Online]. Available: http://uxpanol.com/teoria/sistema-de-escalas-de-usabilidad-que-es-y-para-que-sirve/.

[43] datachile, "Datachile.io," 2016. [Online]. Available: https://es.datachile.io/geo/region-metropolitana-santiago-13/nunoa-186.

[44] Mercado Publico, "Licitación municipio de Ñuñoa," [Online]. Available: http://www.mercadopublico.cl.

[45] Área web municipalidad de Ñuñoa, "TARIFA ASEO 2018," 2018. [Online]. Available: https://www.nunoa.cl/index.php/2-uncategorised/1093-tarifa-ase-2018.html.

[46] F. Pacheco, R. Sánches and M. Villena, "Eficiencia de los Gobiernos Locales y sus Determinantes," Gobierno de Chile, 2013.

[47] Ministerio de Vivienda y Urbanismo, *Sobre copropiedad inmobiliaria,* Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2015.

[48] J. Soto, R. Martinez and A. Puentes, "Métodos de petición HTTP," Mozilla Developer Network Web Docs, 23 3 2019. [Online]. Available: https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/HTTP/Methods.

[49] D. Lázaro, "Métodos HTTP," Blog de Diego Lázaro, 2018. [Online]. Available: https://diego.com.es/metodos-http.

[50] M. Rouse, A. Leake and A. Hughes, "database (DB)," Tech Target, 2 2019. [Online]. Available: https://searchsqlserver.techtarget.com/definition/database.

[51] R. Fielding, E. Adobe and J. Reschke, "Hypertext Transfer Protocol (HTTP) Method Registry," Internet Assigned Numbers Authority, 14 4 2017. [Online]. Available: http://www.iana.org/assignments/http-methods/http-methods.xhtml.

[52] M. Manzo, "SQL vs NoSQL; Ventajas y Desventajas," Medium Blog, 17 5 2018. [Online]. Available: https://medium.com/@marlonmanzo/sql-vs-nosql-ventajas-y-desventajas-849ccc9db3d4.

[53] Grado Multimedia UAC, "Trabajar con UI kits," Universidad Abierta de Cataluña, [Online]. Available: http://multimedia.uoc.edu/blogs/dii/es/prototipatge/treballar-amb-ui-kits/.

[54] Wikipedia, "Modelo–vista–modelo de vista," 20 3 2019. [Online]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Modelo%E2%80%93vista%E2%80%93modelo_de_vista.

[55] M. Caceres, "¿Qué es TypeScript?," DevCode Blog, 26 7 2016. [Online]. Available: https://devcode.la/blog/que-es-typescript/.

[56] Wikipedia, "Single-page application," 26 9 2018. [Online]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Single-page_application.

[57] User Testing Blog, «How color impacts conversion rates and UX,» 5 2 2019. [En línea]. Available: https://www.usertesting.com/blog/color-ux-conversion-rates/.

[58] S. M. Cercos, «Que es el compost y cuales son sus cualidades,» Nace una Semilla, 2016. [En línea]. Available: https://naceunasemilla.com/que-es-el-compost-y-cuales-son-sus-cualidades/.

[59] Wikipedia, «Lombricultura,» 26 5 2019. [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Lombricultura#Especies_de_lombrices.

[60] Programo Ergo Sum, « ¿Qué es GPIO?,» [En línea]. Available: https://www.programoergosum.com/cursos-online/raspberry-pi/238-control-de-gpio-con-python-en-raspberry-pi/que-es-gpio. [Último acceso: 1 6 2017].

[61] Wikipedia, "Heroku," 21 11 2018. [Online]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Heroku.

[62] Wikipedia, "CRUD," 23 1 2019. [Online]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/CRUD.

[63] Wikipedia, "Dashboard (business)," 9 7 2019. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Dashboard_(business).

ANEXOS A: Comunidad Ecourbe.

Organigrama de la comunidad

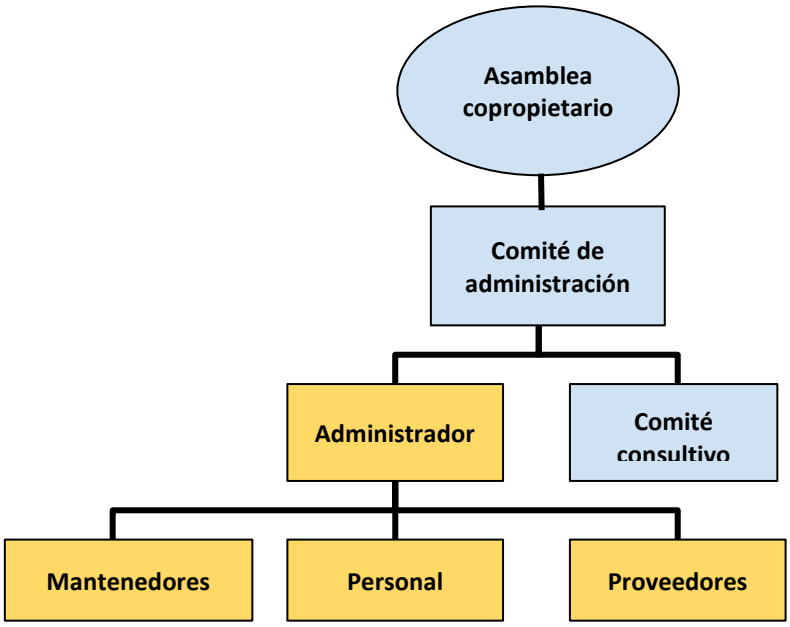

Figura 18: Estructura funcional de la comunidad Eco Urbe.
Fuente: Elaboración propia.

- **Asamblea de copropietarios:** Corresponde a una instancia de reunión que tienen los copropietarios para tratar cualquier asunto de interés para ellos y adoptar acuerdos. Sólo pueden asistir a esta asamblea los copropietarios o sus representantes.

- **Comité de administración**: Compuesto por copropietarios, sus cónyuges o sus representantes. Debe contar con a lo menos tres miembros, entre los cuales se debe elegir a un presidente que, en caso de ser necesario, reemplazará al administrador.

- **Comité consultivo:** Grupo de expertos encargado de entregar objetividad e imparcialidad a las decisiones tomadas por el comité administrador.

- **Administrador:** Es designado a través de la asamblea de copropietarios, y a falta de tal designación, el presidente del comité de administración actuará como administrador. El administrador podrá mantenerse en su cargo mientras cuente con la confianza de la asamblea de copropietarios, pudiendo ser removido en cualquier momento por acuerdo de la asamblea. Las funciones que realiza son las establecidas

en el reglamento de copropiedad, así como aquellas conferidas por la asamblea, por ejemplo; cuidar los bienes comunes, cobrar y recaudar los gastos comunes, representar en juicio a los copropietarios, entre otras.

Modelo de Gestión comunidad Eco-Urbe.

Tipo de Residuo	Listas de materiales
Cartones y Papeles	Cartón corrugado, papeles impresos, diarios, revistas y cartulinas. Papel desechable, caja de pizza y huevo, termolaminados
Latas de Aluminio	Latas de bebida, jugo y cerveza limpios. Tarros de conserva.
Botellas de plástico PET y PE	Botellas de bebestibles, shampoo, acondicionador, jabón y bolsas. Envases de aceite, detergente y yogurt. Plásticos desechables, juguetes.
Envases Tetrapak	Cajas de leche, vino y jugo limpias. Cajas con restos líquidos.
Vidrio	Botellas de vidrio de jugos, vino y frascos.

Tabla 28: Lista con los materiales que contempla el modelo de gestión en la comunidad EcoUrbe.
Fuente: Elaboración propia, basada en la documentación entregada por Fundamenta. [3]

El modelo de gestión que opera hoy en la comunidad fue diseñado de tal manera que responda a través de una serie de medidas a los objetivos fijados por *Fundamenta* en favor de su estrategia de convertir sus proyectos inmobiliarios en comunidades sustentables y autosuficientes sobre todo en relación con el tratamiento de sus residuos. Los objetivos fijados por la Inmobiliaria son los siguientes:

- Cómodo para el usuario
- Capacidad para operar con altas cantidades
- Económico
- Posibilidad de reciclar diversos materiales
- Trazable
- Debe ser limpio y ordenado

Para cada uno de los objetivos definidos anteriormente, se tomaron una serie de medidas que son descritas a continuación:

- Punto limpio en clóset ecológico
- Acopio diferenciado
- Sala de gestión de residuos
- Empresa especialista
- Material de difusión

Ciclo de gestión de residuos en comunidad Eco Urbe

Conforme a lo anterior, la implementación de todas estas medidas se traduce en un método de gestión de residuos que se refleja en el siguiente ciclo:

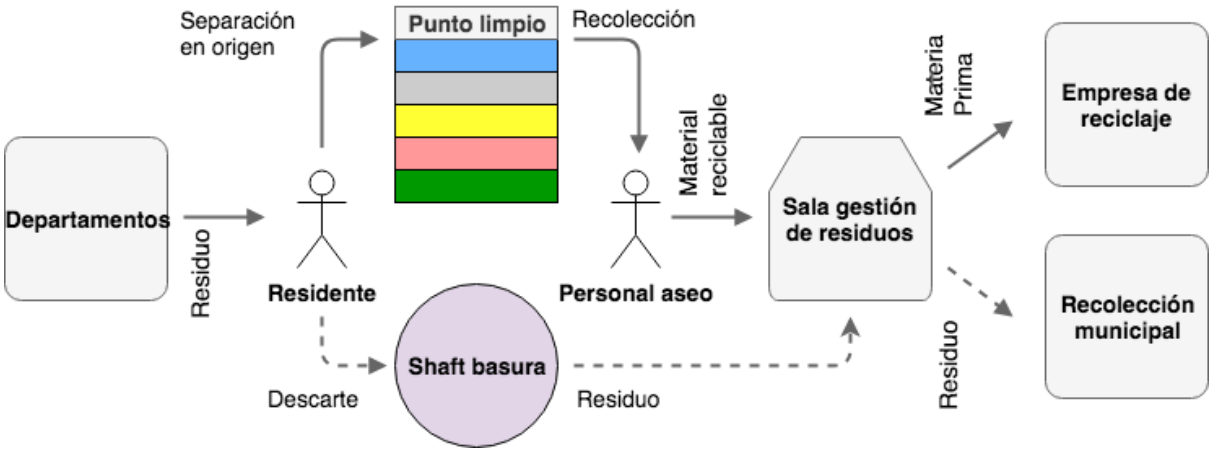

Figura 19: Ciclo de la gestión de residuos de la comunidad EcoUrbe.
Fuente: Elaboración propia basada en la documentación entregada por Fundamenta.

Primero, ocurre la generación de diversos residuos en cada departamento por parte de los residentes. Estos residuos pueden estar separados en origen, o bien pueden estar mezclados tanto con material reciclable, como con materiales de otro tipo (materia orgánica, tóxicos, electrónicos, entre otros). Después, cada residente se dirige a disponer sus residuos al lugar que corresponda.

Si los residuos son reciclables:

1. Se deberá disponer el residuo compuesto por material reciclable en el clóset ecológico o punto limpio de acuerdo con su categoría.
2. Personal de aseo debe recurrir a los closets ecológicos ubicados en cada piso, recolectar el material reciclable y ubicarlo en su carro de transporte.
3. Personal de la empresa de reciclaje[20] se dirige a la sala de gestión de residuos, donde realiza un pretratamiento del material reciclable dejándolo apto para su retiro.
4. Empresa de reciclaje transporta la materia prima desde la sala de gestión hacia su centro de acopio para luego ser comercializado.

De lo contrario, si los materiales no son reciclables o el residente no separa en origen, mezclando todos sus residuos:

[20] Hasta Mayo del 2018, la empresa encargada de realizar esta labor es Triciclos. Para más información ver http://www.triciclos.net/es/.

1. Se deberá disponer el residuo en el *shaft* ubicado en cada piso.
2. Los residuos viajan por el *shaft* directo hacia la sala de gestión de residuos.
3. Personal de aseo se encarga de gestionar los contenedores que recepcionan los residuos que provienen del *shaft* con el fin de evitar el desbordamiento de los residuos.
4. Personal de aseo dispone los contenedores con residuos para el retiro municipal.

Rendimiento del sistema de gestión de residuos

Según los datos aportados por Fundamenta [3], desde enero del 2017 hasta marzo del 2018 se reciclaron 39,7 toneladas de residuos en la comunidad Eco Urbe. La distribución de esta cantidad a lo largo del período mencionado se ilustra en la Figura 20.

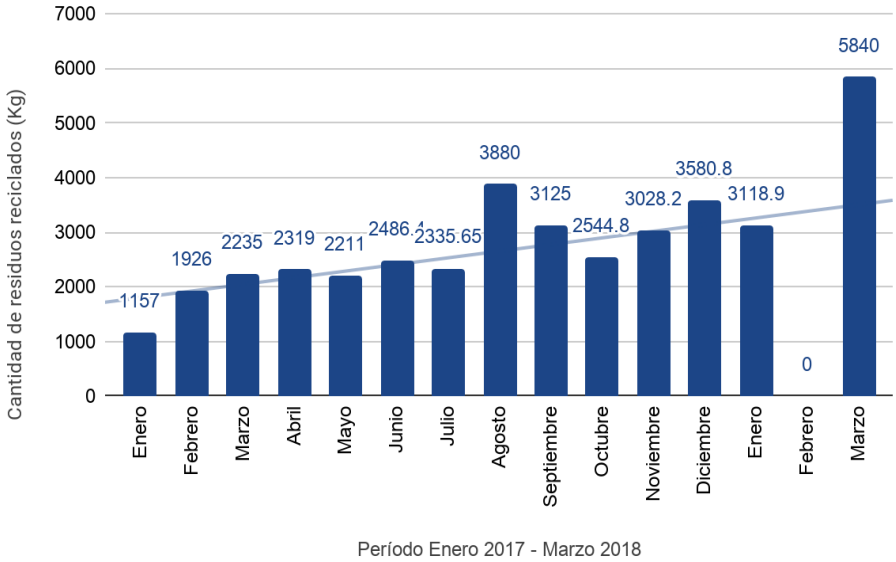

Figura 20: de residuos reciclados en la comunidad EcoUrbe
Enero 2017-Marzo 2018
Fuente: Documentación entregada por Martín Garrido,
Jefe de Sustentabilidad de Inmobiliaria Fundamenta. [3]

Por otro lado, el detalle de los tipos de material reciclado a lo largo del período, se ilustran en la Figura 21, donde claramente se aprecia que el tipo de material que más se recicla en la comunidad corresponden a: vidrio, cartón y plástico PET (en inglés Polyethylene Terephthalate). Otros tipos de material como el aluminio, plástico PEAD, PEBD (en base a Polietileno de alta densidad), envases Tetra Pack, papel blanco, otros papeles y metales, plásticos PP (Polipropileno) y PS (Poliestireno), diarios, otros plásticos y film, se reciclan en bajas cantidades.

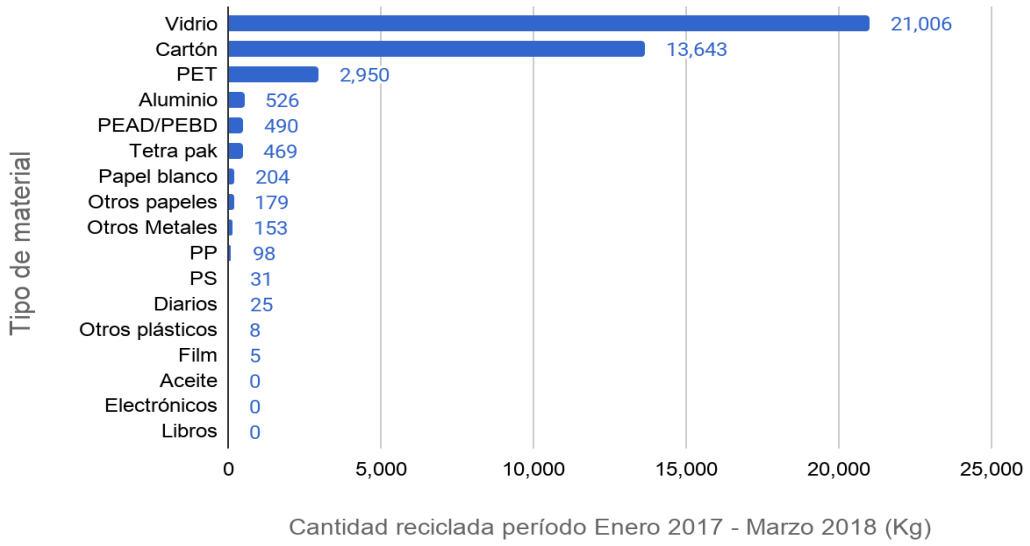

Figura 21: Cantidad de residuos reciclados por tipo de material en la comunidad EcoUrbe Enero 2017-Marzo 2018.
Fuente: Documentación entregada por Martín Garrido, Jefe de Sustentabilidad de Inmobiliaria Fundamenta. [3]

Para determinar si el sistema de gestión de residuos implantado en la comunidad Eco Urbe está siendo eficiente, se deben sentar algunas líneas base de comparación, por ejemplo; Fundamenta estableció una Meta Crucialmente Importante (MCI) que define lo siguiente: "se debe reciclar en promedio más de 4,2 Kg por departamento al mes, para los proyectos desde Eco Urbe en adelante, a fines del 2018" [3].

Con este punto de partida, es posible determinar la eficiencia del sistema a través del siguiente método[21]:

1. Establecer una meta de reciclaje de acuerdo con la cantidad de departamentos.
2. Obtener la cantidad de residuos reciclados por edificio al mes a partir de los reportes entregados por la empresa de reciclaje.
3. Determinar la cantidad de residuos reciclados por departamento. Esta información es obtenida a través del cociente entre la cantidad de residuos generados al mes por el edificio y la cantidad de departamentos habitados en el mismo mes.

[21] Se debe mencionar que este método también fue inferido desde la documentación entregada por Fundamenta, por tanto, la determinación de eficiencia del sistema de gestión de residuos se acota sólo al contexto de la inmobiliaria.

De acuerdo con lo anterior, la meta de reciclaje corresponde a **4,2 Kg** de material reciclado por departamento. Junto a esto, la cantidad de departamentos por mes es la siguiente:

Cantidad de departamentos habitados por mes	
Enero 2017	150
Febrero 2017	200
Marzo 2017	250
Abril 2017	280
Mayo 2017	450
Junio 2017	520
Julio 2017	550
Agosto 2017	580
Septiembre 2017	600
Octubre 2017	610
Noviembre 2017	620
Diciembre 2017	626
Enero 2018	626
Febrero 2018	626
Marzo 2018	626

Tabla 29: Distribución de la cantidad de departamentos habitados por mes en la comunidad Eco Urbe. Fuente: Elaboración propia, basada en la documentación entregada por Fundamenta. [3]

Adicionalmente, se estiman **2,12** personas por departamento, por lo tanto, la cantidad total de personas que habitan en la comunidad Eco Urbe corresponden a:

2,12 personas x 626 departamentos = 1326 personas

La información proporcionada por la empresa de reciclaje detalla la cantidad de residuos reciclados al mes por la comunidad (ver tabla 30).

Cantidad de residuos reciclados por mes (Kg)	
Enero 2017	1,157
Febrero 2017	1,926
Marzo 2017	2,235
Abril 2017	2,319
Mayo 2017	2,211
Junio 2017	2,486
Julio 2017	2,336
Agosto 2017	3,880
Septiembre 2017	3,125
Octubre 2017	2,545
Noviembre 2017	3,028

Diciembre 2017	3,581
Enero 2018	3,119
Febrero 2018	0
Marzo 2018	5,840

Tabla 30: Distribución de la cantidad de residuos reciclados por mes en la comunidad Eco Urbe.
Fuente: Elaboración propia, basada en la documentación entregada por Fundamenta. [3]

Por último, la determinación de la cantidad de residuos reciclados por departamento al mes y la eficiencia del sistema de gestión de residuos en la comunidad Eco Urbe están dados en las tablas 31 y 32. Los valores superiores a 100% significan que se sobrepasó la meta, por lo tanto, significa un balance positivo para la comunidad y su compromiso con el medio ambiente[22].

Cantidad de residuos reciclados por departamento al mes (Kg)	
Enero 2017	7.71
Febrero 2017	9.63
Marzo 2017	8.94
Abril 2017	8.28
Mayo 2017	4.91
Junio 2017	4.78
Julio 2017	4.25
Agosto 2017	6.69
Septiembre 2017	5.21
Octubre 2017	4.17
Noviembre 2017	4.88
Diciembre 2017	5.72
Enero 2018	4.98
Febrero 2018	0.00
Marzo 2018	9.33

Tabla 31: Determinación de la cantidad de residuos reciclados por mes en la comunidad Eco Urbe.
Fuente: Elaboración propia, basada en la documentación entregada por Fundamenta. [3]

Tasa de eficiencia de acuerdo a las metas trazadas por Fundamenta	
Enero 2017	184%
Febrero 2017	229%
Marzo 2017	213%
Abril 2017	197%
Mayo 2017	117%
Junio 2017	114%

[22] Se debe hacer mención a que no existen datos relacionados con el mes febrero 2018 lo que dificulta el análisis realizado. Sin embargo, los registros anteriores sí poseen información suficiente para realizar una estimación de la cantidad de residuos reciclados en este mes. Para efectos de este informe se optó por dejar este campo vacío.

Julio 2017	101%
Agosto 2017	159%
Septiembre 2017	124%
Octubre 2017	99%
Noviembre 2017	116%
Diciembre 2017	136%
Enero 2018	119%
Febrero 2018	0%
Marzo 2018	222%

Tabla 32: Eficiencia lograda por el sistema de gestión de residuos considerando la MCI propuesta por
Fuente: Elaboración propia, basada en la documentación entregada por Fundamenta. [3]

Anexo B: Detalles de los procesos de la solución

Como se aprecia en la Figura 8, existen 8 procesos que comprenden la solución ideal. Aun así, como mencionamos anteriormente, existen 3 procesos generales y sustanciales para la realización de la solución. Estos son: separación en origen, recolección y tratamiento.

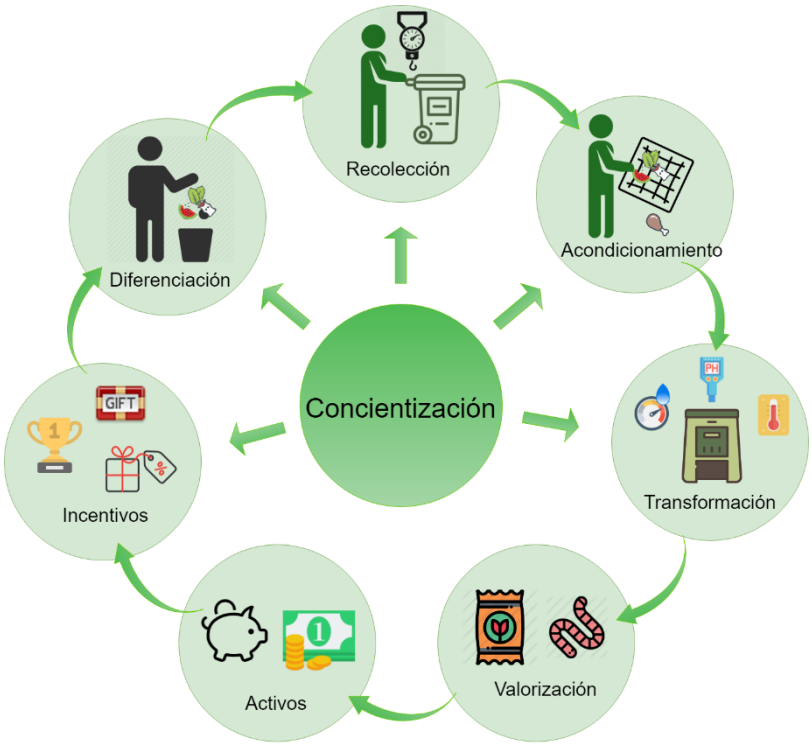

Figura 22: Diagrama detallado de procesos del sistema.
Fuente: elaboración propia.

Valorización

Además de lo anterior, existe un último proceso que le agrega importancia al sistema, y que se espera ser abordado en mayor detalle en el futuro.

Los productos obtenidos de la etapa anterior son los siguientes:

- Humus.
- Té de humus.
- Lombrices.

Todos estos tienen demanda comercial y su venta genera un activo que va a la misma comunidad. Una de las tareas del sistema será contactar demandantes de estos tres productos con la comunidad para que éstos sean vendidos de inmediato sin necesidad de bodegaje.

Riesgos	Mitigación
El lote de humus no está listo al momento de cosechar.	Se cernirá el humus y se dejará el material no procesado en el comportamiento siguiente.

Tabla 33: Riesgos y mitigación de riesgos en etapa de valorización.
Fuente: Elaboración propia.

Separación en Origen

Comprende el proceso en el que el residente del departamento dispone en el balde (Ver fig.8) los residuos orgánicos producidos. No cualquier residuo puede ser dispuesto en el balde, para esto el residente cuenta con un instructivo previamente entregado que le permite conocer los residuos a depositar y además informarse de los procesos del sistema. Para mayor información del instructivo dirigirse al Anexo B.

Existen residuos que no son beneficiosos para la vermicompostera, para tener más claridad de esto guiarse por la tabla 7. Los riesgo y mitigación de ellos en la etapa de separación en origen se encuentran en la tabla 8.

¿Qué poner?	¿Qué NO poner?
• Restos de frutas y verduras. • Restos de infusiones (sin grapas). • Posos de café. • Cáscaras de huevo. • Pelo, lana e hilo natural. • Aserrín o virutas de madera. • Hojas secas o pasto seco.	• Huesos de animales. • Carnes y pescados. • Heces de animales domésticos (especialmente carnívoros). • Queso, mantequillas y demás lácteos. • Aderezos. • Mayonesa ni comidas preparadas. • Papel lustrillo o satinado. • Plantas venenosas. • Corontas de choclo.

Tabla 34: Clasificación de residuos compostables.
Fuente: Elaboración propia.

Riesgos	Mitigación
El residente arroja residuos no compostables en el recipiente.	Se entrega una lista con los residuos que si pueden arrojar y los que no (ver tabla 7).
Malos olores surgen del recipiente.	Se capacita constantemente a los usuarios para evitar malas condiciones. En este caso se debe voltear el material.
El recipiente atrae plagas.	Se capacita constantemente a los usuarios para evitar malas condiciones. En este caso se debe aplicar material seco.

Tabla 35: Riesgos y mitigación de riesgos en etapa de separación en origen.
Fuente: Elaboración propia.

Recolección.

En este proceso los residentes dejan sus recipientes con residuos orgánicos fuera de sus departamentos un día determinado de la semana, a primera hora o bien la noche anterior. Un *Recolector* pasa por cada piso recogiendo y vaciando el contenido de cada recipiente en el contenedor (ver fig. 8), luego lo limpia con una solución desinfectante, el lixiviado resultante se arroja dentro del mismo contenedor. Finalmente deja el balde limpio fuera del departamento del residente.
Este proceso de apoya en la balanza inteligente, definida con más detalles mas adelante.

Para la realización de la etapa de recolección se requiere una serie de instrumentos que servirán de apoyo para la labor de reciclador.

- Herramientas de trabajo:
    - Contenedor con tapa y ruedas
    - Guantes
    - Solución desinfectante natural a base de vinagre.
    - Guaipe

- Elementos de protección:
    - Guantes
    - Overol
    - Gafas
    - Mascarilla
    - Gorro con antiparras
    - Bloqueador solar

Los riesgos y mitigación de ellos en la etapa de recolección se encuentran en la tabla 35.

Riesgo	Mitigación
Los moradores no dejan el recipiente fuera del departamento o este se encuentra sin moradores.	Existirá un horario extraordinario para rezagados.
La capacidad del contenedor no da abasto con los residuos recolectados.	El *eco recolector* deberá hacer los viajes necesarios para recolectar todo el material, de ninguna manera vaciarlo en el shaft.
Alguno de las herramientas funciona mal o se acaba.	Existirá una reserva de cada herramienta en la sala de aseo.
El ascensor no funciona.	Se suspenderán las tareas de recolección y vermicompostaje.

Tabla 36: Riesgos y mitigación de riesgos en etapa de recolección.
Fuente: Elaboración propia.

Anexo C
Modelo de datos de la solución.

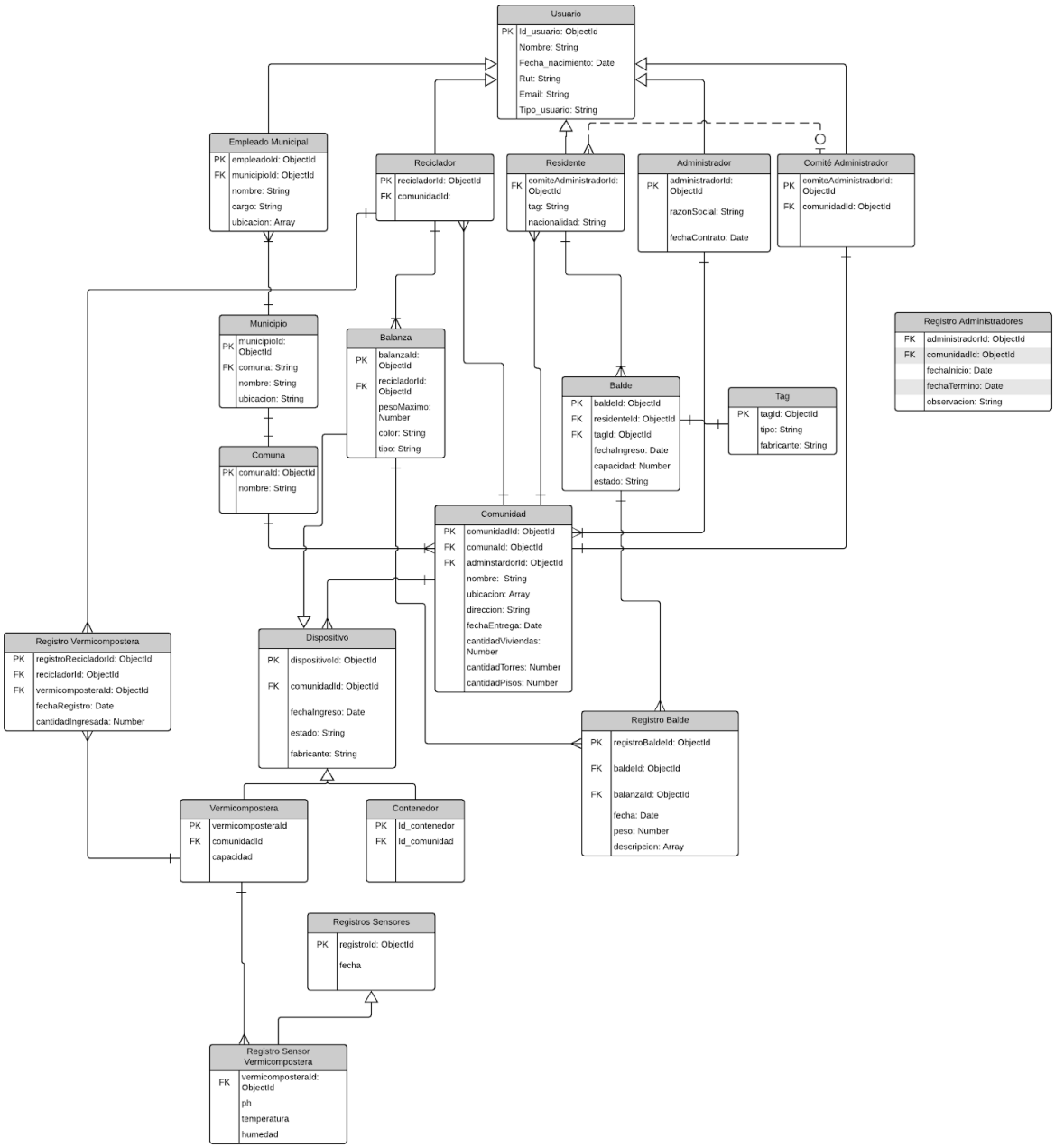

Figura 23: Modelo de datos del sistema.
Fuente: Elaboración propia.

Tratamiento

El proceso de Tratamiento corresponde a la etapa de transformación del residuo orgánico, para esto se utilizan dos tipos de tratamiento, compostaje y vermicompostaje; el compostaje corresponde a el proceso de degradación del residuo orgánico de forma controlada, usualmente este proceso toma cerca de 3 meses y requiere ingresar ciertas cantidades de residuo húmedos y secos a un lugar de disposición. [49]
En nuestro caso este lugar corresponde a una compostera inteligente que contiene diferentes compartimentos en los que depositar el residuo. Para mayor detalle de la compostera dirigirse al Anexo B.
El vermicompostaje[23] es muy similar al compostaje, con la diferencia de la utilización de lombrices que aceleran y mejoran el proceso.
Los productos producidos por el proceso son tres: humus, té de humus y lombrices[24].
Existen parámetros que deben ser monitoreados para asegurar la correcta transformación de los residuos, estos son temperatura, humedad y pH[25]. Para esto habrá sensores dentro de cada compartimiento. Para el prototipo inicial se considera solo el sensor de humedad, pero se espera ser capaz de trabajar con el resto de variables en un futuro. Para ver más detalles técnicos del sensor dirigirse al apéndice D.

Riesgos	Mitigación
Malos olores surgen de la compostera	Se capacita constantemente a los usuarios para evitar malas condiciones. Se deberá voltear y agregar material seco para mantener las condiciones óptimas del compost.
Atracción de plagas	Se capacita constantemente a los usuarios para evitar malas condiciones. Voltear y cubrir con material seco

Tabla 37:Rriesgos y mitigación de riesgos en etapa de transformación.
Fuente: elaboración propia.

[23] Vermicompostaje o lombricompostaje hace referencia al proceso biotecnológico por el cual las lombrices son utilizadas con la finalidad de convertir residuos orgánicos en lombricomposta o humus de lombriz. El proceso está muy relacionado con el compostaje pues permite optimizar enormemente el reciclaje.
Existen diferentes especies de lombrices utilizadas en este proceso por sus características especiales, usualmente estas lombrices sobreviven sólo a una cierta temperatura, razón por la cual monitorear la temperatura y humedad es tan importante. [58]

[24] El hummus y te de hummus corresponden a fertilizantes orgánico de alta calidad.

[25] Existen múltiples variables que permiten mantener un compost adecuado, el equilibrio entre tipo de residuos, la aireación de la mezcla y la cantidad de humedad permiten producir un compost de calidad.

Anexo D
Interfaces del Sistema

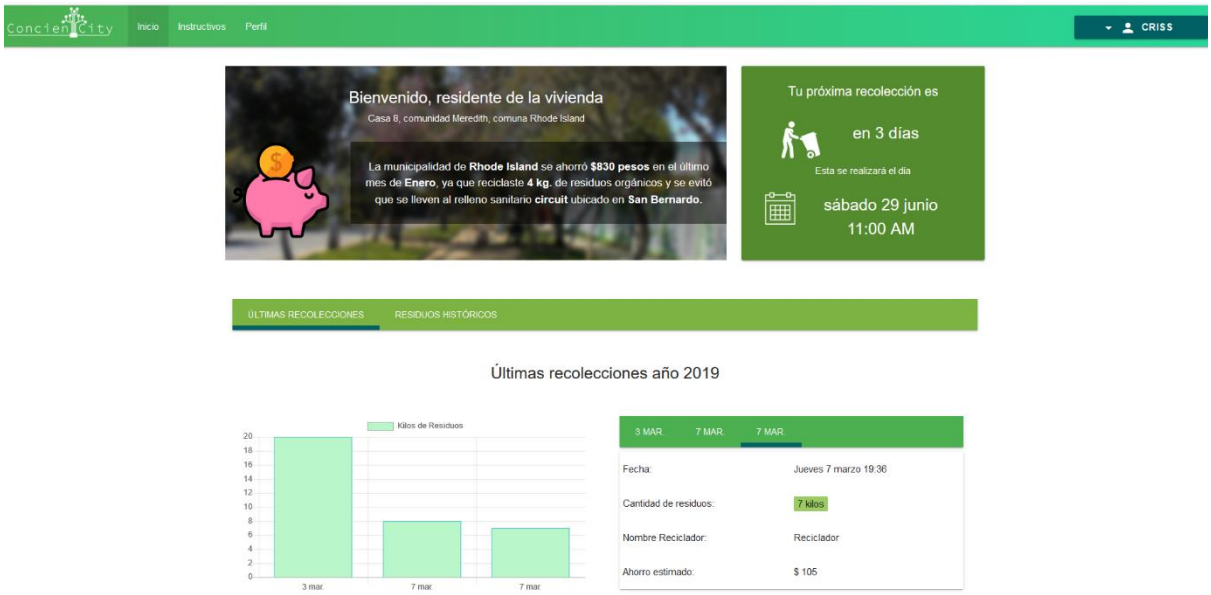

Figura 24: Interfaz del sistema vista del usuario Residente.
Fuente: Elaboración propia.

Figura 25: Interfaz del sistema vista usuario Administración.
Fuente: Elaboración propia.

Figura 26: Interfaz del sistema vista usuario Reciclador.
Fuente: Elaboración propia.

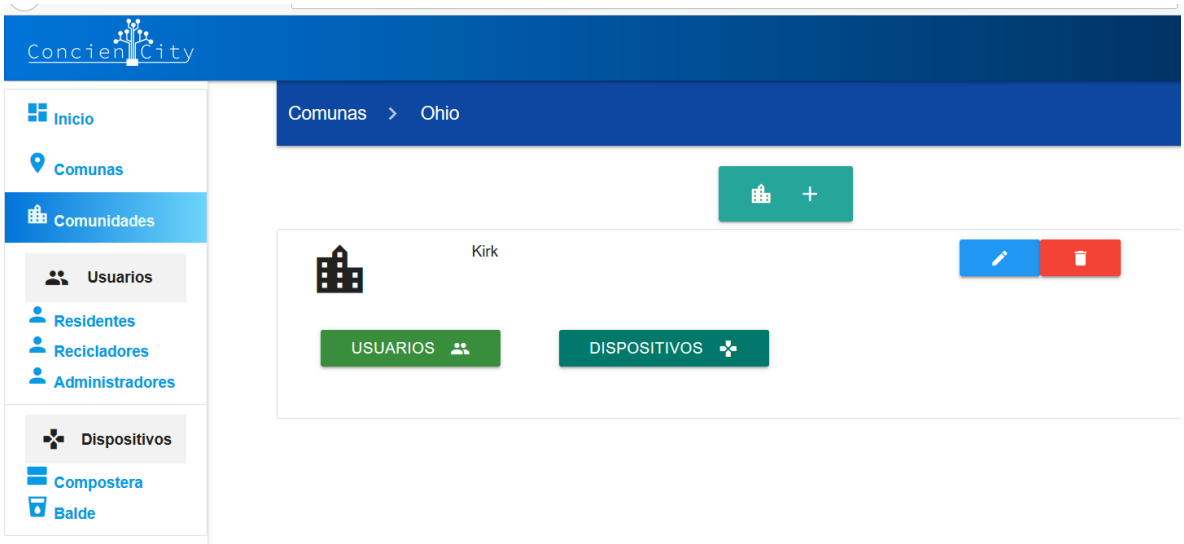

Figura 27: Interfaz del sistema vista usuario Conciencity.
Fuente: Elaboración propia.

Anexo E Capas de la solución

Capas de la Solución

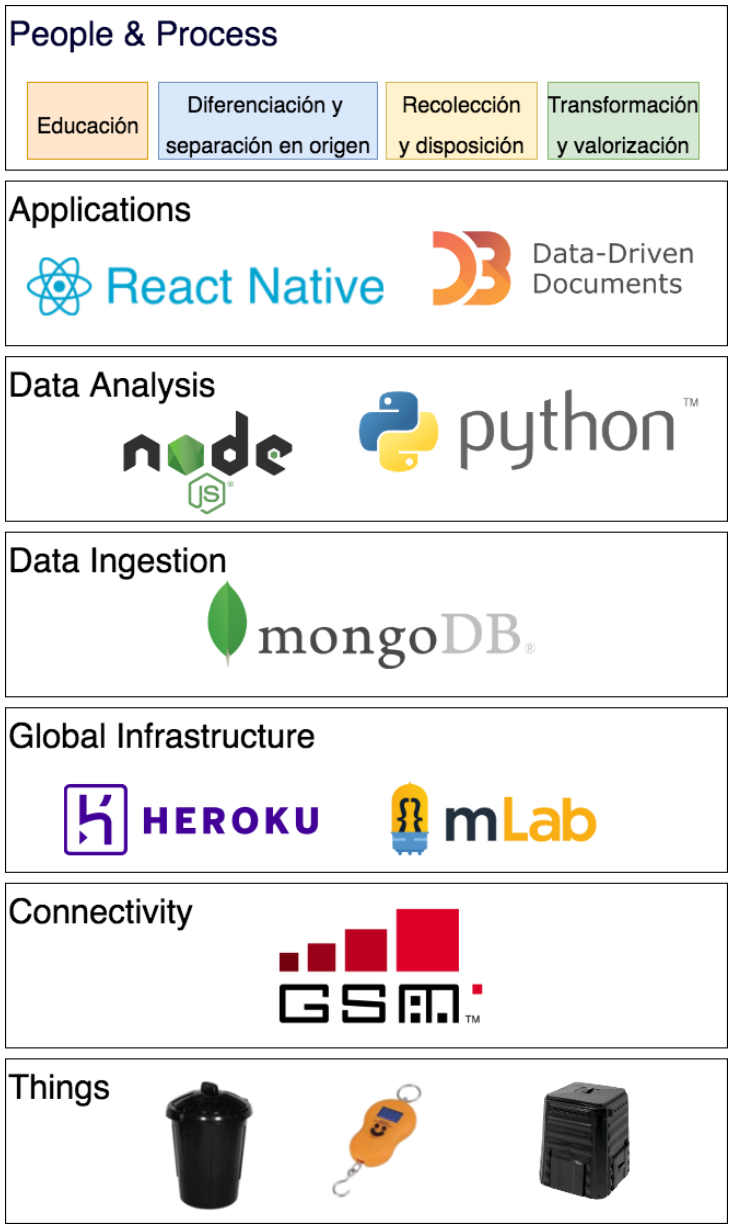

Figura 28: capas de la solución.
Fuente: elaboración propia.

A continuación, se presenta una breve descripción de cada una de las capas mostradas en la figura 10.

1. Thing: esta capa se relaciona con el concepto de IoT, se refiere a todas las "*things*" o "*Cosas"* inteligentes, las cuales estarán conectadas a internet.
2. Connectivity: segunda capa, corresponde al módulo GSM, utilizado para comunicar los datos de los aparatos hacia nuestro sistema de información (capa Data Analysis).
3. Global Infraestructure: corresponde a los distintos servicios en la nube que serán utilizados para la base de datos para proveer un Software como Servicio. (ScS o SaaS)

4. Data Ingestion: capa encargada del almacenamiento de los datos, esta sera administrada mediante el motor MongoDB con base de datos NoSQL.
5. Data Analysis: contempla los distintos lenguajes que se usarán para escribir el servidor de datos y también con los cuales se analizarán los mismos, estos son nodeJS y Python.
6. Applications: capa encargada de la visualización de los distintos componentes de la solución, comprende las interfaces del usuario. Las herramientas utilizadas son el framework ReactJS y a la librería Materialize.css.
7. People and Process: transversal a todo el sistema, esta capa se refiere a todos los procesos y actores que contempla la solución.

Arquitectura de Hardware

Como ya mencionamos anteriormente la solución contemplate la utilización de aparatos inteligentes que permiten hacer uso del concepto de IoT. Estos permiten mantener una comunicación con el sistema de información en cual se entregan datos para su almacenamientos. Los dos aparatos corresponde a una balanza y una compostera.

Balanza Inteligente

La balanza inteligente corresponde a un aparato portátil utilizada por el *Reciclador* para censar los residuos y enviarlos al Back-end del sistema.

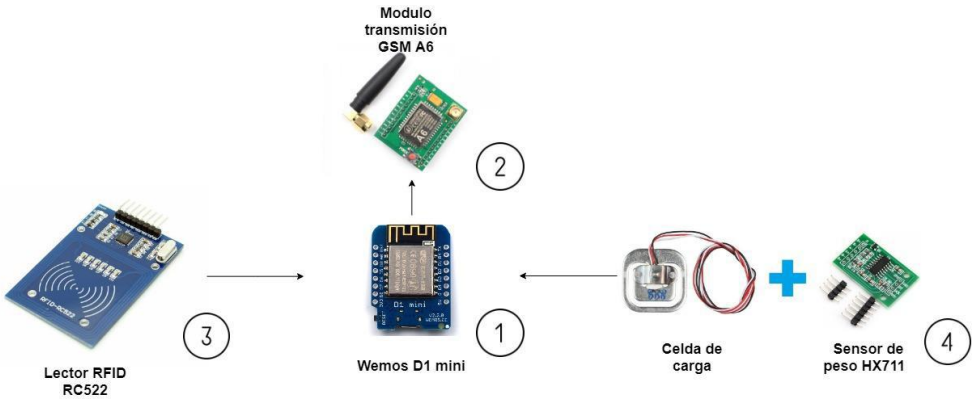

Figura 29: Aquitectura de hardware de la balanza inteligente.
Fuente: elaboración propia.

Como se aprecia en la Figura 11, para la lectura del tag RFID que identificará a cada usuario se utiliza un Lecto RFID (3), este lector envía los datos a la placa Wemos D1 (1) a través de sus puertos GPIO[26]. Para medir la cantidad de residuos del balde se hace uso del Sensor de peso (4), estos datos son recibidos por el Wemos D1 (1) a través de sus puertos GPIO. Finalmente, se enviarán los datos a la API REST conectándose a la red celular utilizando el Módulo de transmisión (2).

[26] General Purpose Input Output (GPIO) es un sistema de entrada y salida de propósito general, es decir, consta de una serie de pines o conexiones que se pueden usar como entradas o salidas para múltiples aplicaciones. [59]

Compostera Inteligente

La compostera inteligente corresponde al aparato encargado de la transformación del residuo orgánico. Para el prototipo sólo se realizará la medición de la humedad, como mencionamos anteriormente.

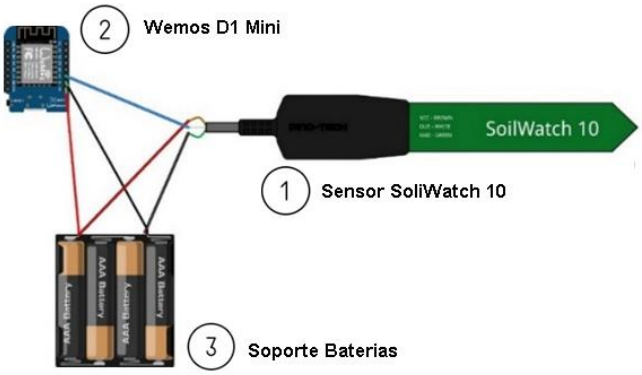

Figura 30: Arquitectura de hardware de la vermicompostera inteligente.
Fuente: elaboración propia.

Como se aprecia en la Figura 12, se utilizá el sensor SoliWatch (1), ya que es un sensor con el que se pueden obtener mediciones correctas a un costo monetario bajo.
Los datos recibidos por el sensor son enviados vía GPIO a Wemos D1 (2) que se encarga de conectarse a internet utilizando una conexión Wifi. Estos datos son enviados en formato JSON como un método POST a la API REST del sistema.
Este aparato se alimenta de 4 pilas AA de 2700 mAh recargables, logrando así una autonomía de 26 días si se hacen mediciones cada una hora de la humedad.

```
POST /api/v1.0/devices/{LABEL_DEVICE}/?token={TOKEN} HTTP/1.1
Host: things.conciencity.cl
Content-Type: application/json
Content-Length: 76

{"temperatura": 27, "humedad": 75, "ph":
6.8,"timestamp":10000}
```

Figura 31: Modelo de los datos enviados a la API.
Fuente: elaboración propia.

Anexo F

Instructivos del sistema.

Concien City

HOLA RESIDENTE!

¿Sabes qué es el compostaje?

Compostaje es el proceso en el que los residuos de origen natural, como restos de frutas y verduras, son transformador en abono y fertilizante.

¿Quiénes somos y qué hacemos?

Conciencity busca instaurar un sistema de reciclaje comunitario apoyado en el compostaje.

El sistema consiste en 3 grandes partes:

1º La diferenciación en casa, en el cual se le entregará a cada residente un balde en el cual pueda depositar residuos.

2º Un recolector ira casa por casa, recolectando y pesando el residuo.

3º Finalmente, el residuo será depositado en los centros de compostaje ubicados en la misma comunidad, de tal manera que tratamos el residuo en origen.

* El compostaje toma aproximadamente 3 meses, por lo que habrá que esperar para ver los resultados del proceso.

Figura 32: Página principal instructivos Residente.
Fuente: Elaboración propia.

Anexo G
Curriculum participantes Análisis Experto.

_ Propuesta Técnica

IGNACIO ANDRE HUAIQUIN ROSAS
ANALISTA DE SEGURIDAD DEFENSIVA TIER 2

RESUMEN

Profesional con 3 años de experiencia en desarrollo de software, alta capacidad de aprendizaje, responsabilidad y compromiso.

EXPERIENCIA EN PROYECTOS

INGENIERIA MATOLLI

2014: Diseñador de Bases de Datos

IBM CHILE

2018 (Febrero – Julio) : Desarrollador de Software

ENTEL

2018 (Octibre - Diciembre): Coordinador de equipo de desarrollo

2019 (Enero – Abril): Coordinador de equipo de desarrollo

2019 (Abril – Actualidad): Analista de Seguridad Defensiva Tier 2

CONOCIMIENTOS EN GENERAL

Experiencia con Python
Experiencia con Django Framework
Fundamentos de Software Splunk

CERTIFICACIONES

IBM Badge: Big Data Foundations
IBM Badge: Node-RED: Basics to bots
IBM Badge: Python for Data Science

e) corp _1

Alonso Carvajal Moreno

alonso.carvajal@usach.cl · (+56) 975796852

Educación

Universidad de Santiago (USACH), Santiago, Chile 2011 – 2015

Licenciado en Ingeniería Aplicada

Instituto Nacional de Capacitación (INACAP), Santiago, Chile 2006 – 2009

Técnico de nivel superior en Telecomunicaciones, Conectividad y Redes

Experiencia

SolarTracker, Santiago, Chile Julio 2019 – Actualidad

Data Engineer

Resumen: Empresa nacional con servicios de monitoreo inteligente para la operación y mantenimiento de plantas de generación solar distribuidas mediante inteligencia artificial.

Equifax S.A., Santiago, Chile Agosto 2018 – Junio 2019

Software Engineer Chilean Development Center

Resumen: Empresa global de soluciones de información, que recopila información de consumidores, empresas y archivos de empleados de todo el mundo.

- Integrante del team Data Source para clientes localizados en US
- Gestión y monitoreo de los flujos para la ingestión de datos bajo la plataforma *Cloudera Distribution Hadoop*

Pronto Comunicaciones, Santiago, Chile 2012 – 2017

Gestor de Operaciones

Resumen: Empresa proveedora de servicios de Internet y Telefonía donde el departamento de operaciones es el área encargada de mantener la continuidad operacional aplicando metodologías reconocidas en el sector TIC.

- Conformación y liderazgo del equipo de operaciones
- Diseño de procesos para la gestión de proyectos a través de un sistema de información ERP (*Enterprise Resource Planning*) lo que significó una notable mejora en los tiempos de entrega de cada implementación junto a la obtención de información sobre los recursos utilizados
- Diseño y análisis de la red de datos estandarizando los métodos de instalación que condujo a la disminución en los tiempos de implementación de cada servicio contratado
- Implementación de metodologías orientadas a la calidad en la atención a clientes agilizando los medios de información ante fallos en el servicio

Habilidades e Intereses

- Lenguage de Programación Python
- Capacidad para liderar, diseñar e implementar proyectos TIC
- Herramientas para análisis de datos MongoDB, BigQuery, MySQL, Google Spreadsheet y Data Studio
- Entusiasta acerca de la disciplina BPM (Business Process Management)

Misceláneo

- Participación *XLV Programa de verano 2017* del Instituto de Matemática y Estadística de la Universidad de São Paulo, São Paulo (Brasil)
- Asistente al curso *English as a Second Language Program 2015* de la Universidad Rice ubicada en Houston, Texas (Estados Unidos)
- Idiomas: Inglés - Intermedio, Portugués - Básico