

**UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA (UNIBE)**



**Facultad de Ingeniería**

**Escuela de Ingeniería en Tecnologías de la Información y la Comunicación.**

**Título:**

Recolección Eficiente de Desechos Sólidos: Mediante el uso de sensores e Internet de las Cosas.

**AUTORES:**

Edward José Jiménez Cáceres 11-1161

Rosalina Nolberto Martínez 19-0433

**Para Obtención Del Título Ingeniero en Tecnologías de la Información y la Comunicación.**

**Asesor/A:**

Darwin Crisanto Muñoz Núñez

**Santo Domingo, República Dominicana**

**25 de agosto del 2021**

## **Dedicatoria**

Primeramente, a Dios, quien día a día me brinda las fuerzas para seguir adelante. A mi esposa, Jennifer Ramírez, por ser mi media mitad, mi complemento de vida y mi apoyo. A mis hijas, quienes son mi impulso para cada día dar lo mejor de mí y seguir adelante, dándoles siempre el ejemplo de la resiliencia y que las metas son siempre logrables cuando se le pone empeño y dedicación. A mis padres: Ruddy Jiménez y Claribel Cáceres, por siempre estar presente para apoyarme e impulsarme a completar mis metas, a mis hermanos por apoyarme de forma incondicional y a todas aquellas personas que han aportado de forma directa o indirecta en la realización de mis logros.

**Edward José Jiménez Cáceres**

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo de grado, a Dios, quien es mi guía, fortaleza y refugio, quien ha sido mi roca en cada etapa de mi vida especialmente desde el inicio de mi carrera universitaria siendo mi estribo de que todo sea posible. A mis padres: Nau A. Nolberto y Juana F. Martínez, por su apoyo incondicional siempre y tomar mis sueños como suyos para hacerlos realidad y a cada persona que cada día con sacrificios y esfuerzos decide salir de casa para materializar sus metas, son fuentes de inspiración y día a día con un granito de arena convertido en pequeños pasos superan cualquier adversidad.

**Rosalina Nolberto Martínez**

## **Agradecimientos**

Ante todo, a Dios, para él sea toda la gloria, por brindarme el aliento para cada día afrontar cada situación y la fuerza para vencerla.

A mi esposa e hijas, por ser mi impulso, por su paciencia y comprensión y sobre todo por todo el apoyo que me han brindado durante cada una de las metas que me he propuesto, siempre depositando en mí todo su amor y confianza.

A mis padres, por ser un ejemplo de dedicación y perseverancia y siempre brindarme apoyo en todos los sentidos para que vea materializada mis metas.

A mis hermanos y hermana, por estar siempre presentes y dispuestos a brindar su apoyo en todo lo que se encuentra a su alcance.

A todo el personal de la Escuela de Ingeniería en Tecnología de la Información y Comunicación, en especial a su directora la Dr. Leipzig Guzmán Mena por su excelente trabajo para lograr mi readmisión.

A todo el personal docente de Unibe con el cual tuve la oportunidad de compartir, de todos me llevo un grandioso aprendizaje que me servirá por siempre tanto en el ámbito laboral como personal, en especial a nuestro asesor el Dr. Darwin Muñoz Núñez por toda su dedicación y atención a los detalles que nos hace crecer en cada entrega.

**Edward José Jiménez Cáceres**

## **Agradecimientos**

Infinitamente a Dios y a mis familiares, por ser una variable constante en mi vida, por estar de una u otra manera aun en la distancia y por su constante motivación a nunca detenerme en alcanzar mis metas, especialmente a Marlene Nolberto por acompañar, apoyar y estar presente de una manera incondicional en cada una de mis decisiones.

A la Escuela de Ingeniería en Tecnologías de la Información y la Comunicación, por toda la disposición brindada en ofrecer siempre las mejores opciones que contribuyeron a mi crecimiento tanto profesional como personal y los diversos instrumentos para concluir mi estadía académica con satisfacción.

A cada docente con los cuales tuve el inmenso privilegio de recibir una parte de sus conocimientos, a quienes puedo destacar a Nacorina Guzmán, Mario Ortiz, Luis Eduardo Bayonet, y en especial a nuestro asesor Dr. Darwin Muñoz Núñez, quien fue pilar fundamental en cada paso a realizar, motivándonos y orientándonos en cada decisión a tomar.

A cada compañero/colega con los cuales tuve la oportunidad de realizar trabajos y estar en un aula de clases, por sus enseñanzas y experiencias las cuales siempre tendrán un significado muy especial en mi vida.

**Rosalina Nolberto Martínez**

## **Resumen**

La vida cotidiana del ser humano demanda cada día más realizar tareas con una mayor rapidez y eficiencia que décadas pasadas no eran efectuadas, tales como: realizar la compra del supermercado mediante una aplicación móvil, pagar los servicios básicos de casa desde aplicaciones web/móvil o a través de comando de voz indicar apagado/encendido de una bombilla u obtener el resultado de una simple consulta como qué hora es sin la necesidad de observar un reloj y es que para muchas personas unos minutos son traducidos a pérdidas de millones de monedas. Es por eso, que el sistema de recolección de basura mediante sensores e IoT, es una plataforma web que tiene como objetivo ofrecer a los ayuntamientos posicionados en el área geográfica de Santo Domingo, República Dominicana, la solución de eficientizar la recolecta de desechos sólidos reduciendo el envío de camiones a contenedores que no contengan residuos sólidos, indicando las rutas específicas a las cuales deben dirigirse los camiones y contribuyendo en reducir los desechos sólidos dejados fuera de los contenedores.

## **Palabras claves**

Desechos sólidos, camiones, contenedores, sensores, internet de las cosas – IoT.

## **Abstract**

The daily life of the human being demands every day more to perform tasks with a greater speed and efficiency that decades past were not carried out, such as: making the purchase of the supermarket through a mobile application, paying for basic home services from web/mobile applications or through voice command indicate off/on of a bulb or obtain the result of a simple query such as what time it is without the need to observe a clock and is that for many people the loss of minutes is translated to losses of millions of coins. That is why, the garbage collection system using sensors and IoT, is a web platform that aims to deliver the councils positioned in the geographic area of Santo Domingo, Dominican Republic, the solution to enhance the efficiency of the collection of solid waste by reducing the sent trucks to containers that do not contain solid waste, indicating the specific routes which should be directed to the trucks, and contributing to reduce the solid waste left out of the containers.

## **Keywords**

Solid waste, trucks, containers, sensors, internet of things – IoT.

## Tabla de contenido

|   |     |
|---|-----|
| Dedicatoria.....                                    | i   |
| Agradecimientos.....                                | iii |
| Resumen.....  | v   |
| Palabras claves .....                               | v   |
| Abstract.....                                       | vi  |
| Keywords .....                                      | vi  |
| Lista de Tablas .....                               | xii |
| Lista de Figuras.....                               | xiv |
| Capítulo I: Introducción e Información General..... | 1   |
| 1.1 Planteamiento del problema.....                 | 2   |
| 1.2 Situación actual .....                          | 4   |
| 1.3 Justificación de la investigación.....          | 8   |
| 1.4 Importancia e interés del tema .....            | 9   |
| 1.5 Limitaciones.....                               | 9   |
| 1.6 Hipótesis preliminar .....                      | 10  |
| 1.7 Objetivos .....                                 | 10  |
| 1.7.1 Objetivo general .....                        | 10  |
| 1.7.2 Objetivos específicos .....                   | 10  |
| Capítulo II: Marco teórico y estado del arte .....  | 12  |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>2.1 Antecedentes y referencias .....</b>                       | <b>13</b> |
| <b>2.1.1 Aplicaciones Similares .....</b>                         | <b>13</b> |
| <b>2.2 Base Teórica.....</b>                                      | <b>15</b> |
| <b>2.2.1 Sistemas de Posicionamiento Global (GPS).....</b>        | <b>15</b> |
| <b>2.2.2 Internet de las Cosas (IoT) .....</b>                    | <b>17</b> |
| <b>2.2.3 Desechos sólidos .....</b>                               | <b>18</b> |
| <b>2.2.4 Sensores.....</b>  | <b>19</b> |
| <b>2.3 Base Legal .....</b>                                       | <b>20</b> |
| <b>Ley General Sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales.....</b> | <b>20</b> |
| <b>Ley No.120-99 sobre Desechos en Lugares Públicos.....</b>      | <b>22</b> |
| <b>Capítulo III: Marco metodológico.....</b>                      | <b>24</b> |
| <b>Tipo de investigación .....</b>                                | <b>25</b> |
| <b>3.1 Método .....</b>   | <b>25</b> |
| <b>3.2 Investigación Preliminar .....</b>                         | <b>26</b> |
| <b>3.3 Delimitación del problema .....</b>                        | <b>27</b> |
| <b>3.3.1 Área geográfica .....</b>                                | <b>27</b> |
| <b>3.3.2 Tiempo .....</b>   | <b>27</b> |
| <b>3.3.3 Población y muestra.....</b>                             | <b>27</b> |
| <b>3.3.4 Técnicas e Instrumentos .....</b>                        | <b>28</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| 3.3.5 Técnica de procesamiento de análisis de datos.....  | 29        |
| 3.3.6 Fuentes de datos .....  | 29        |
| <b>Capítulo IV: Análisis, Presentación de Resultados y Conclusiones .....</b>   | <b>30</b> |
| <b>4.1 Entrevistas .....</b>  | <b>31</b> |
| <b>4.2 Encuestas .....</b>  | <b>31</b> |
| 4.2.1 ¿Cuál es su rango de edad? .....  | 31        |
| 4.2.2 ¿Tienes hijos? .....  | 31        |
| 4.2.3 ¿Cuál es su Ciudad y Sector de Residencia? .....  | 32        |
| 4.2.4. ¿Con qué frecuencia se realiza recolección de desechos sólidos en su sector? ....                                      | 32        |
| 4.2.5 ¿Su sector cuenta con suficientes contenedores de residuos para cubrir la<br>cantidad de desechos?.....                 | 32        |
| 4.2.6 ¿Usted o algún familiar ha sufrido alguna enfermedad causada por la<br>contaminación de los desechos en el sector?..... | 32        |
| 4.2.7 ¿Cree usted que los contenedores de desechos son recolectados a tiempo? .....   | 32        |
| 4.2.8 ¿Considera usted que una aplicación ayudaría a eficientizar la recolección de los<br>desechos sólidos? .....            | 32        |
| 4.2.9 ¿Cree usted que el ayuntamiento desperdicia recursos al enviar camiones a<br>recoger contenedores vacíos?.....          | 33        |
| 4.2.10 ¿Cómo prefiere que sea realizada la recolección de desechos sólidos? .....   | 33        |
| <b>4.3 Verificación y Evaluación de Objetivos .....</b>   | <b>33</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| 4.3.1 Verificación objetivo general .....   | 33        |
| 4.3.2 Verificación Objetivos Específicos .....  | 34        |
| 4.4 Conclusión .....  | 36        |
| 4.5 Líneas futuras de investigación.....  | 37        |
| <b>Capítulo V: Plan de Mercado y Análisis del entorno .....</b>                         | <b>38</b> |
| 5.1 Benchmarking .....  | 39        |
| 5.2 Mecanismo para poblar información al sistema .....                                  | 41        |
| 5.3 Modelo de negocio (Método Canvas) .....   | 42        |
| 5.4 Presupuesto.....  | 41        |
| 5.5 Retorno de la Inversión .....   | 43        |
| <b>Capítulo VI: Análisis y diseño del prototipo .....</b>                               | <b>45</b> |
| 6.1 Narrativa General.....  | 46        |
| 6.1.1 Objetivos de la Institución, Empresa o Sector al que está dirigido el Proyecto... | 46        |
| 6.1.2 Breve descripción del sistema propuesto .....                                     | 47        |
| 6.1.3 Objetivos del sistema .....   | 48        |
| 6.1.4 Innovaciones del sistema propuesto .....  | 48        |
| 6.1.5 Ventajas/Beneficios .....   | 48        |
| 6.2 Análisis FODA del sistema propuesto.....  | 49        |
| 6.3 Análisis funcional del sistema .....  | 50        |

|  |            |
|--|------------|
| <b>6.4 Diagramas de flujo de los procesos.....</b>   | <b>51</b>  |
| <b>6.5 Diagrama de Flujo de Datos (DFD) del sistema propuesto: modelo helpDesk .....</b>   | <b>54</b>  |
| <b>6.6 Diseño de la Base de Datos .....</b>  | <b>55</b>  |
| <b>6.6.1 Esquema de la base de datos .....</b>   | <b>55</b>  |
| <b>6.6.2 Diagrama Entidad Relación (E-R) .....</b>   | <b>56</b>  |
| <b>6.6.3 Diccionario de datos del sistema.....</b>   | <b>57</b>  |
| <b>6.7 Formato de pantallas para las E/S de datos del sistema.....</b>                     | <b>75</b>  |
| <b>6.8 Diagrama jerárquico de programas y/o menús principales.....</b>                     | <b>82</b>  |
| <b>6.9 Seguridad y Control.....</b>  | <b>82</b>  |
| <b>6.10 Especificaciones generales de programas .....</b>                                  | <b>83</b>  |
| <b>6.11 Descripción de programas.....</b>  | <b>84</b>  |
| <b>6.11.1 Tecnología de desarrollo a utilizar .....</b>                                    | <b>84</b>  |
| <b>6.12 Cronograma de actividades para el desarrollo del sistema (en MS Project) .....</b> | <b>86</b>  |
| <b>Conclusiones .....</b>  | <b>88</b>  |
| <b>Lista de Referencias .....</b>  | <b>89</b>  |
| <b>Apéndice.....</b>   | <b>91</b>  |
| <b>Anexo.....</b>  | <b>104</b> |
| <b>Vita .....</b>  | <b>105</b> |

## Lista de Tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Generación de residuos sólidos municipales per cápita en áreas metropolitanas y ciudades con más de 2 millones de habitantes.....  | 6  |
| Tabla 2. Generación de residuos sólidos municipales per cápita en ciudades con 500.000 a 2 millones de habitantes.....                      | 7  |
| Tabla 3. Análisis de Benchmarking.....  | 39 |
| Tabla 4. Plantilla Modelo de Negocio CANVAS.....  | 42 |
| Tabla 5. Presupuesto de desarrollo e implementación del sistema de recolección de basura mediante sensores e internet de las cosas IoT..... | 41 |
| Tabla 6. Representación Retorno de Inversión de la herramienta en el transcurso del primer año.<br>.....                                    | 44 |
| Tabla 7. Representación Retorno de Inversión de la herramienta en el transcurso del segundo año.....  | 44 |
| Tabla 8. Diagrama de Gantt, Planificación del Proyecto.....   | 86 |

## **Lista de Apéndice**

|   |     |
|---|-----|
| Tabla A-1. ¿Cuál es su rango de edad?.....  | 91  |
| Tabla A-2. ¿Tienes hijos? .....   | 92  |
| Tabla A-3. ¿Cuál es su Ciudad?.....   | 93  |
| Tabla A-4. ¿Cuál es su sector de Residencia? .....  | 94  |
| Tabla A-5. ¿Con qué frecuencia se realiza recolección de desechos sólidos en su sector?.....                                    | 97  |
| Tabla A-6. ¿Su sector cuenta con suficientes contenedores de residuos para cubrir la cantidad de desechos? .....                | 98  |
| Tabla A-7. ¿Usted o algún familiar ha sufrido alguna enfermedad causada por la contaminación de los desechos en el sector?..... | 99  |
| Tabla A-8. ¿Cree usted que los contenedores de desechos son recolectados a tiempo? .....  | 100 |
| Tabla A-9. ¿Considera usted que una aplicación ayudaría a eficientizar la recolección de los desechos sólidos? .....            | 101 |
| Tabla A-10. ¿Cree usted que el ayuntamiento desperdicia recursos al enviar camiones a recoger contenedores vacíos? .....        | 102 |
| Tabla A-11. ¿Cómo prefiere que sea realizada la recolección de desechos sólidos? .....  | 103 |

## Lista de Figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Infografía del Banco Mundial .....  | 5  |
| Figura 2. Análisis FODA. Fuente: Elaborado por sustentantes.....  | 49 |
| Figura 3. Diagrama de flujo para crear/actualizar contenedor.....   | 51 |
| Figura 4. Diagrama de flujo para captura del sensor. ....   | 52 |
| Figura 5. Diagrama de flujo para crear rutas de camiones. ....  | 53 |
| Figura 6. Diagrama de flujo de datos (DFD). ....  | 54 |
| Figura 7. Esquema de Base de Datos .....  | 55 |
| Figura 8. Diagrama Entidad Relación.....  | 56 |
| Figura 9. Pantalla login del sistema de recolección de basura mediante sensores e IoT. ....                 | 75 |
| Figura 10. Menú principal del sistema de recolección de basura mediante sensores e IoT. ....                | 76 |
| Figura 11. Pantalla de inicio del sistema de recolección de basura mediante sensores e IoT. ....            | 77 |
| Figura 12. Pantalla camiones del sistema de recolección de basura mediante sensores e IoT. ....             | 77 |
| Figura 13. Pantalla camiones del sistema de recolección de basura mediante sensores e IoT. ....             | 78 |
| Figura 14. Pantalla contenedores del sistema de recolección de basura mediante sensores e IoT.<br>.....     | 78 |
| Figura 15. Pantalla tipos contenedores del sistema de recolección de basura mediante sensores e<br>IoT..... | 79 |
| Figura 16. Pantalla dispositivo IoT del sistema de recolección de basura mediante sensores e IoT.<br>.....  | 79 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 17. Pantalla de lectura del dispositivo IoT del sistema de recolección de basura mediante sensores e IoT. .... | 80  |
| Figura 18. Pantalla rutas del sistema de recolección de basura mediante sensores e IoT. ....                          | 80  |
| Figura 19. Pantalla al generar ruta del sistema de recolección de basura mediante sensores e IoT. ....                | 81  |
| Figura 20. Pantalla al generar ruta del sistema de recolección de basura mediante sensores e IoT. ....                | 81  |
| Figura A- 1. Gráfico del rango de edad. ....  | 91  |
| Figura A- 2. Gráfico si tiene hijos. ....   | 92  |
| Figura A- 3. Gráfico cuál es su ciudad. ....  | 93  |
| Figura A- 4. Gráfico cuál es su sector de residencia.....   | 96  |
| Figura A- 5. Gráfico con qué frecuencia son recolectados los desechos sólidos. ....                                   | 97  |
| Figura A- 6. Gráfico si el sector cuenta con suficientes contenedores. ....   | 98  |
| Figura A- 7. Gráfico si ha sufrido alguna enfermedad causada por los desechos sólidos.....                            | 99  |
| Figura A- 8. Gráfico si los contenedores son recolectados a tiempo.....   | 100 |
| Figura A- 9. Gráfico si considera que una aplicación seria de ayuda.....  | 101 |
| Figura A- 10. Gráfico si considera que el ayuntamiento desperdicia recursos.....                                      | 102 |
| Figura A- 11. Gráfico como preferiría que sea realizada la recolecta de desechos sólidos.....                         | 103 |

# **Capítulo I: Introducción e Información General**

## **1.1 Planteamiento del problema**

En la antigüedad, los primeros pobladores del planeta eran cazadores-recolectores, aprovechaban todo lo que el entorno les ofrecía, sin que su interacción con la naturaleza fuera relevante para ella. Con el pasar del tiempo los seres humanos dejamos de ser nómadas para asentarnos en lugares del planeta que nos proveían nuestras necesidades básicas, regularmente cerca a lugares donde había agua, así nacen las civilizaciones que conocemos en nuestros días. En la Edad Media, los residuos Urbanos se vertían en las calles o en los ríos, lo cual con el pasar del tiempo generó problemas de salubridad en las sociedades, ya que no existían los actuales mecanismos de salud pública “proliferación de enfermedades como la peste bubónica, por la proliferación de roedores, moscas y otros vectores de insalubridad”.

En algunas civilizaciones antiguas como Atenas, un edicto obligó a sus habitantes a no tirar residuos a menos de mil metros de distancia de las murallas de la ciudad. La Roma imperial, con sus apretadas insulares (edificios de apartamentos) desde cuyas ventanas los romanos acostumbraban a tirar todo a la calle, tuvo que crear las primeras cuadrillas de basureros, quienes en grupos de dos recorrían las calles de la Capital Eterna con una carreta recogiendo desperdicios para luego llevarlos a los vertederos, siempre en las afueras de la ciudad. El primer empaque aparece en la historia de la humanidad en 1551 en Alemania el cual fue creado por el alemán Andreas Bernhart, el cual irónicamente era un fabricante de papel que tuvo la idea de empaclar sus rollos con envolturas también de papel, pero impresas con su nombre y dirección.

A partir de la década de los 50 del siglo XX cuando el rápido crecimiento de la población mundial, la emigración a las ciudades y la popularización de los plásticos hizo que la solución de los vertederos dejó de ser suficiente y mucho menos adecuada para los estándares medioambientales que la ciudadanía comenzaba a exigir.

Un desecho es considerado como “cualquier tipo de material que esté generado por la actividad humana y que está destinado a ser desechado” (Echarri, 1998). Los desechos sólidos son definidos “como aquellos desperdicios que no son transportados por agua y que han sido rechazados porque no serán utilizados. Estos desechos incluyen diversos materiales combustibles como plástico, papel, textiles, madera, y no combustibles como metal, vidrio y otros” (Henry y Heinke, 1999).

Componen principalmente de desechos procedentes de materiales utilizados en la fabricación, transformación o utilización de bienes de consumo. Todos los residuos sólidos, en su mayoría son susceptibles de aprovecharse o transformarse con un correcto reciclado. Los principales “productores” de residuos sólidos somos los ciudadanos de las grandes ciudades, con un porcentaje muy elevado, en especial por la poca conciencia del reciclaje que existe en la actualidad.

Actualmente, los desechos están considerados como una de las problemáticas más exorbitantes a nivel mundial colocando en riesgo nuestra supervivencia y de venideras generaciones con un porcentaje de crecimiento alarmista en residuos no deseados que afectan la biodiversidad, la vida humana y el medio ambiente que nos rodea causando la reproducción de individuos transmisores de enfermedades.

En países de América Latina y el Caribe originan 1 kilo de residuos por día, traducido alrededor de 231 millones de toneladas de desechos anuales clasificados en una mayor cantidad como alimentos. Un tercio de los residuos son materiales reciclables (papel, cartón, vidrio, plásticos) y logra calcularse un 15% sean residuos orgánicos generados en zonas rurales y de bajos ingresos.

## 1.2 Situación actual

En el año 2000 se promulgó la Ley General núm. 64-00, sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales, y varios años después, la núm. 176-07, del Distrito Nacional y los Municipios. Esta última estableció varias competencias relacionadas con la preservación del medio ambiente y la gestión de los residuos sólidos, tales como normar y gestionar el uso de las áreas verdes, la higiene y salubridad públicas, así como la limpieza y el ornato público, al igual que la recolección, tratamiento y disposición final de residuos sólidos (art. Núm. 19).

Al parecer, por inobservancia parcial de la Ley núm. 3455-52, sobre la Organización y Administración de los Municipios (ya derogada), malas prácticas de la mayoría de los ayuntamientos y el control muy centralizado que ejerció el Gobierno Nacional hasta finales de la década de los años 90, en la mayoría de los municipios y en el Gran Santo Domingo (que hasta 2002 era la capital de la República, Santo Domingo de Guzmán o Distrito Nacional), estos servicios era asumido, total o parcialmente, el Poder Ejecutivo (De los Santos, 2012).

La utilización inadecuada de residuos sólidos produce 2.100 millones de toneladas de residuos planetarios enumerando a Japón, Estados Unidos y Alemania como los principales países exportadores de desechos. De acuerdo con el informe *What a Waste 2.0 A Global Snapshot Of Solid Waste Management* por el Banco Mundial, para 2050 la producción de desechos crecerá de forma inmensurable contando con una cantidad de 3,4 miles millones de toneladas. En el informe se prevé que en el curso de los próximos 30 años la generación de desechos a nivel mundial, impulsada por la rápida urbanización y el crecimiento de las poblaciones, aumentará de 2010 millones de toneladas registradas en 2016 a 3400 millones.

“La mala gestión de los desechos está perjudicando la salud humana y los entornos locales, agravando al mismo tiempo los desafíos que plantea el cambio climático”, afirmó **Laura Tuck**, vicepresidenta de Desarrollo Sostenible del Banco Mundial.

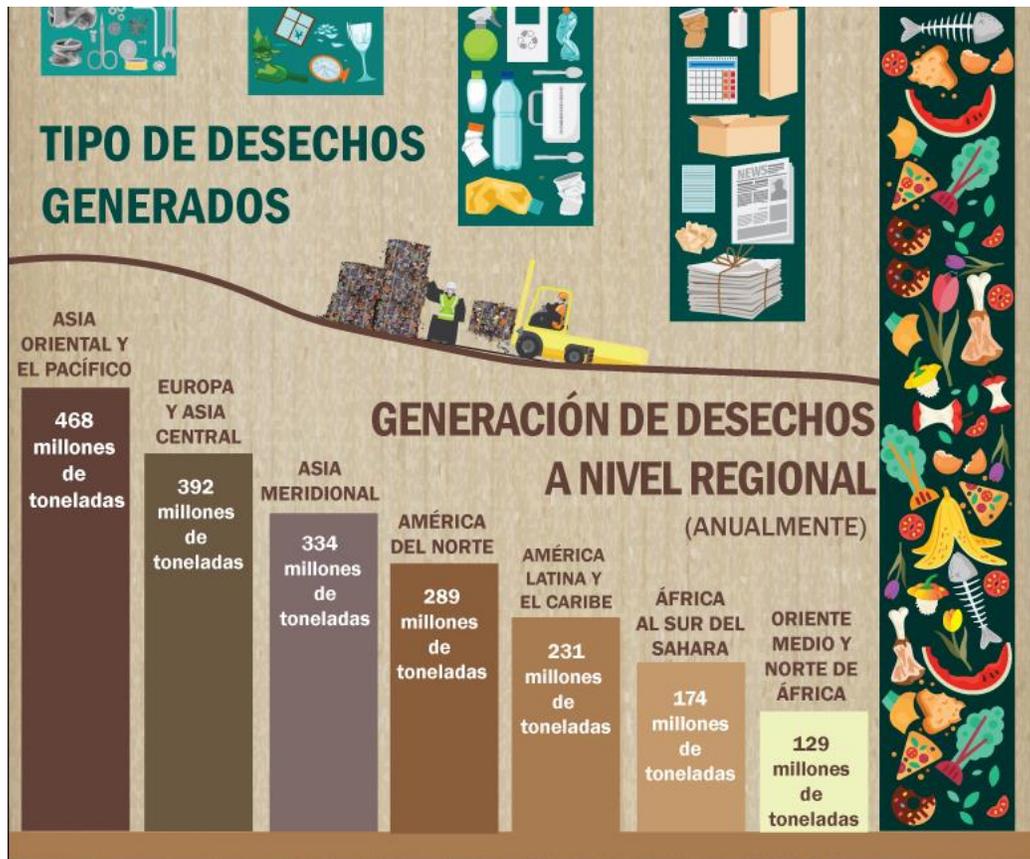


Figura 1. Infografía del Banco Mundial (2018)

Tabla 1. Generación de residuos sólidos municipales per cápita en áreas metropolitanas y ciudades con más de 2 millones de habitantes.

| <b>Ciudad</b>                     | <b>Poblaciones habitantes</b> | <b>Producción RSM (t/día)</b> | <b>Generación per cápita (kg. /hab/día)</b> |
|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---|
| A.M.* São Paulo, Brasil (96)      | 16.400                        | 22.100                        | 1,35  |
| A.M. México, D.F., México (94)    | 15.600                        | 18.700                        | 1,20  |
| A.M. Buenos Aires, Argentina (96) | 12.000                        | 10.500                        | 0,88  |
| A.M. Rio de Janeiro, Brasil (96)  | 9.900                         | 9.900                         | 1,00  |
| A.M. Lima, Perú (96)              | 7.500                         | 4.200                         | 0,56  |
| Bogotá, Colombia (96)             | 5.600                         | 4.200                         | 0,74  |
| Santiago, Chile (95)              | 5.300                         | 4.600                         | 0,87  |
| Belo Horizonte, Brasil (96)       | 3.900                         | 3.200                         | 0,83  |
| Caracas, Venezuela (95)           | 3.000                         | 3.500                         | 1,18  |
| Salvador, Brasil (96)             | 2.800                         | 2.800                         | 1,00  |
| A.M. Monterrey, México (96)       | 2.800                         | 3.000                         | 1,07  |
| S. Domingo, R. Dominicana (94)    | 2.800                         | 1.700                         | 0,60  |
| Guayaquil, Ecuador (96)           | 2.300                         | 1.600                         | 0,70  |
| A.M. Guatemala, Guatemala (93)    | 2.200                         | 1.200                         | 0,54  |
| Curitiba, Brasil (95)             | 2.100                         | 1.300                         | 1,07  |
| La Habana, Cuba (91)              | 2.000                         | 1.400                         | 0,70  |
| Total                             | 96.800                        | 93.900                        | 0,97  |

\* A.M. = Área metropolitana

**Fuente:** Datos proporcionados a la OPS por los responsables de los servicios en el período 1994-1996 y también extraídos de estudios sectoriales de la OPS y estudios de JICA.

Tabla 2. Generación de residuos sólidos municipales per cápita en ciudades con 500.000 a 2 millones de habitantes.

| Ciudad                                | Poblaciones habitantes | Producción RSM (t/día) | Generación per cápita (kg. /hab/día) |
|---------------------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Cali, Colombia (96)                   | 1.850                  | 1.350                  | 0,73                                 |
| Brasilia, Brasil (94)                 | 1.800                  | 1.600                  | 0,89                                 |
| Medellín, Colombia (87)               | 1.500                  | 750                    | 0,50                                 |
| Montevideo, Uruguay (95)              | 1.400                  | 1.260                  | 0,90                                 |
| Quito, Ecuador (94)                   | 1.300                  | 900                    | 0,70                                 |
| San Salvador, El Salvador (92)        | 1.300                  | 700                    | 0,64                                 |
| A.M. Asunción, Paraguay (96)          | 1.200                  | 1.100                  | 0,94                                 |
| Rosario, Argentina (96)               | 1.100                  | 700                    | 0,64                                 |
| Managua, Nicaragua (88)               | 1.000                  | 600                    | 0,60                                 |
| Barranquilla, Colombia (96)           | 1.000                  | 900                    | 0,90                                 |
| San José, Costa Rica (95)             | 1.000                  | 960                    | 0,96                                 |
| Tegucigalpa, Honduras (95)            | 1.000                  | 650                    | 0,65                                 |
| Panamá, Panamá (95)                   | 800                    | 770                    | 0,96                                 |
| La Paz, Bolivia (96)                  | 750                    | 380                    | 0,51                                 |
| Cartagena, Colombia (96)              | 600                    | 560                    | 0,93                                 |
| Puerto España, Trinidad y Tobago (93) | 500                    | 600                    | 1,2                                  |
| Total                                 | 16.300                 | 12.180                 | 0,74                                 |

**Fuente:** OPS. El manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. 1995.

OPS. Análisis sectoriales de residuos sólidos. 1995-1996. JICA. Informes de estudios de Asunción y Guatemala. 1993-1994.

### **1.3 Justificación de la investigación**

Este proyecto inicia del análisis de las diversas secuencias que convirtieron el acumulo de residuos no deseados en una problemática mundial que afecta cada rincón de nuestro planeta, por consiguiente, en la República Dominicana principalmente en el gran Santo Domingo, problema que al transcurrir de los años ha evolucionado, transformándose en unos de los retos más arrolladores para ser solucionado por la entidad encargada de recolectar residuos a nivel nacional.

Santo Domingo, Santiago, La Vega, San Pedro de Macorís, Monseñor Nouel, La Romana y la frontera entre Haina y Santo Domingo Oeste aparecen como los puntos y demarcaciones con más altos niveles de contaminación atmosférica en el país, de acuerdo con un diagnóstico realizado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales en 2003. Sin embargo, los niveles de contaminación atmosférica se mantienen vigentes, según el director de calidad ambiental del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Alarmantes cifras suman cada día más el crecimiento de una problemática creciente pues las cifras son perturbadoras y es que las actividades humanas cada día crecen y por consiguiente los desechos sólidos. Es más que evidente la urgente necesidad de desarrollar soluciones que aporten a corregir uno de los desafíos más demandante hoy en día, la generación de residuos seguirá generando, pero mediante el uso de uno de los fenómenos más impactante del presente siglo como es la tecnología, podemos dirigirnos a resolver paso a paso unos de las interrogantes más angustiosas de las últimas décadas.

#### **1.4 Importancia e interés del tema**

La importancia e interés en desarrollar este proyecto reside en los acontecimientos que han impactado los últimos tiempos, dejando consecuencias que en el presente son muy visibles como es la contaminación del agua, suelo, aire, consumo de energía y materiales así también la degradación del medio ambiente en general. Es por eso, que nuestro sistema es una herramienta que facilitará que desechos no deseados sean depositados y recogidos de manera apropiada, aportando a la eliminación de residuos colocados en las calles, aceras, parques, entre otros, causando así el hábitat de insectos y

En los últimos 20 años nuestro mundo ha sido testigo de una de las evoluciones más constantes y progresivas, demostrando que la capacidad del ser humano es indetenible, como resultado de múltiples tecnologías de las cuales hoy disponemos este proyecto de grado, busca desarrollar un sistema que diagnostique los lugares habilitados para depositar los residuos, una ruta indicando donde el contenedor está lleno, mediante la utilización de sensores los cuales mostrando los estados (vacío, medio lleno, lleno) de los contenedores y tecnologías como Sistemas de Información Geográfica – GPS.

#### **1.5 Limitaciones**

A través del análisis FODA, fue posible determinar las diversas limitaciones del proyecto en diferentes aspectos, que son:

- Debido a las implicaciones logísticas, con relación al uso de métodos, técnicas e instrumentos de investigación, nuestras muestras están delimitadas sobre el territorio de la ciudad Santo Domingo.
- Usuarios con acceso a un dispositivo tecnológico (computadora o smartphone) harán uso del proyecto.

- Los contenedores serán colocados en zonas específicas.
- Restricción del uso del sistema por falta de conexión a internet.

## **1.6 Hipótesis preliminar**

Crear un sistema que mediante el uso de Tecnologías de Información y Comunicación como Internet de las Cosas – IoT permita eficientizar la recolección de desechos sólidos, así como reducir el tiempo en el cual son recolectados los residuos, mejorando las rutas a utilizarse por los caminos y permitiendo un estado más saludable, limpio y adaptable.

## **1.7 Objetivos**

### **1.7.1 Objetivo general**

Diseñar un sistema de recolección de desechos sólidos para dotar a la ciudad de un mecanismo que les permita a cada individuo identificar la disponibilidad y ubicación de contenedores de residuos eficientizando la recolección de la misma, convirtiendo el sistema de una herramienta de ayuda para los ciudadanos abarcando una parte del gran Santo Domingo, haciendo del sistema una herramienta a utilizarse por un alto porcentaje de la población con la posibilidad de erradicar enfermedades, malos olores y el hábitat de diversos insectos.

### **1.7.2 Objetivos específicos**

- Desarrollar mediante la tecnología de Sistema de Posicionamiento Global (GPS) un modelo de rutas para la recolección de residuos.
- Proveer una herramienta para reducción de desechos sólidos colocados en paseos peatonales, calles, parques, playas, ríos, entre otros.
- Dotar a la ciudadanía de una herramienta que facilite la identificación de contenedores de manera más eficiente.

- Proporcionar a la ciudadanía un mecanismo para identificar la localización de contenedores en toda la zona metropolitana de Santo Domingo.
- Suministrar a la ciudadanía de una herramienta para colaborar a la eliminación de desechos sólidos de manera eficiente.
- Desarrollar un módulo que pueda indicar los niveles de los sensores y brindar prioridad en la recolecta.

## **Capítulo II: Marco teórico y estado del arte**

## **2.1 Antecedentes y referencias**

### **2.1.1 Aplicaciones Similares**

En el entorno investigativo que abarca nuestra búsqueda propone ser utilizado en el área de Santo Domingo, mediante un sistema recolector de desechos empleando dispositivos sensoriales que envían señales de llenado a un centro de operaciones (ayuntamiento), esto contribuirá a que los camiones realicen la recolección de los desechos en puntos específicos cuando contengan el rango máximo de residuos depositada.

En la Universidad de Sonora, México, fue presentado un análisis sobre un sistema de recolección de desechos enfocándose en la recolección, manejo y transporte de los desechos sólidos, a causa de la incapacidad de la recolección de mencionados elementos la población debe inclinarse en enterrar, quemar, dejar al aire libre y por consiguiente desarrollar vertederos clandestinos derribados en epicentros para la propagación de enfermedades en la comunidad.

En países desarrollados donde la existencia de sistemas que permiten solucionar problemáticas como es la residuos es más frecuente, implementados de forma revolucionaria, innovadora y restauradora, como es el caso del sistema de recolección de desechos con contenedores subterráneos desarrollados por la empresa Villiger Entsorgungssysteme AG en Suiza, creados con los objetivos de eliminar descuidados y olorosos contenedores de desechos en estado de extremado llenado de residuos esparcidos en las calles, Villiger cuenta con otros múltiples sistemas para la situación de residuos, tales “Sistema de Planta Superior”, “Sistema Semi-Piso”, “Sistemas de Elevación” y “Sistemas de Suelo Inferior” o Subterráneo.

Al momento de realizar esta investigación, en el país no se encuentra algún sistema similar, pero sí existen en el exterior con objetivos similares. La utilidad de las propuestas varía según los objetivos de las actividades a realizar y los medios con los que se cuentan, entre ellas:

- **iRecycle:** Earth911 es una organización que ayuda a personas de todo el mundo a saber más acerca del proceso de reciclaje al aportar ideas que son fáciles de implementar. Para ampliar el rango de alcance de esta iniciativa, desde Earth911 crearon la aplicación iRecycle, que ayuda al usuario a encontrar sitios de reciclaje en su zona, y también sugiere millones de formas distintas de reciclar materiales. Para este fin, dispone de una de las bases de datos sobre reciclaje más grandes del mundo. Tiene un directorio de búsqueda muy bien diseñado que permite al usuario encontrar productos de todo tipo, y proporciona información relevante sobre los puntos de recogida: dirección, horas de apertura y número de teléfono. Esta aplicación para móviles también ofrece una sección de noticias que proporcionan las últimas novedades acerca del sector del reciclaje y la gestión de residuos.
- **RecycleSmart:** La aplicación para móviles RecycleSmart se creó juntamente con Planet Ark Environmental Foundation de Australia, una organización ecologista sin ánimo de lucro, y gracias a esta colaboración RecycleSmart es la aplicación de reciclaje más completa de Australia. Esta aplicación permite al usuario marcar su consejo de entre los más de 500 que hay en Australia. Al marcar la localización, el usuario podrá ver dónde están los sitios de reciclaje más cercanos, así como las fábricas de gestión de residuos especiales. La aplicación tiene una función de búsqueda amigable que permite buscar elementos o bien navegar a través de las categorías principales en la homepage para saber si un elemento es reciclable o compostable. La aplicación también da la opción a los usuarios de denunciar problemas con el reciclaje en su región.

- **CleanCityNetworks (CCN):** Es plataforma de gestión de residuos y el pegamento que une todas nuestras soluciones. CCN proporciona el entorno de monitoreo, el tablero inteligente, el análisis y el centro de control en un paquete completo y simple. CCN, basado en la web y alojado en la nube, está disponible en cualquier lugar donde tenga un navegador moderno y una conexión a Internet. Le brinda un control total y una visión general de sus operaciones de gestión de desechos y ha demostrado beneficios de reducción de costos en todos los sectores de su operación.

## 2.2 Base Teórica

### 2.2.1 Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es un sistema de localización, diseñado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos con fines militares para proporcionar estimaciones precisas de posición, velocidad y tiempo; operativo desde 1995 utiliza conjuntamente una red de ordenadores y una constelación de 24 satélites para determinar por triangulación, la altitud, longitud y latitud de cualquier objeto en la superficie terrestre.

Basado en el error de posicionamiento requerido por el usuario y en el uso que hace del Sistema, este puede ubicarse en una de las siguientes categorías (Enge y Misra, 1999):

- **Alta precisión (milímetros a centímetros).** Los geodestas y los geofísicos utilizan la tecnología GPS para estudiar la deformación de las placas tectónicas, terremotos, volcanes y variaciones en la rotación de la Tierra. También se utiliza en el estudio de deformaciones de estructuras tales como puentes y torres en tiempo real. Las áreas con mayor auge en el área de GPS de precisión han sido la de levantamientos topográficos y la creación de cartografía de gran escala (gran exactitud), la cual pasa luego a formar parte de geobases de datos en Sistemas de Información Geográfica. Por ejemplo,

Kruczynski y Jasumback (1993) reportan errores de 0.5% en la medición de área en modo no diferencial y 0.06% en modo diferencial.

- **Aplicaciones especializadas en aviación y el espacio.** El GPS se utiliza en inventarios aéreos y en fotogrametría. Los científicos atmosféricos utilizan la tecnología para caracterizar en tiempo real la densidad de electrones en la ionosfera y para determinar el contenido de vapor de agua de la troposfera. La Estación Espacial Internacional está diseñada para utilizar GPS con fines de navegación, determinar la orientación angular de la misma con respecto a una referencia geográfica, monitorear los vehículos que se aproximan a la estación y como una fuente de tiempo (reloj) para programar la operación de vehículos.
- **Transporte aéreo, terrestre y marítimo.** El GPS es utilizado como un auxiliar en las diferentes tareas de navegación (Ej. Determinar rumbos y distancias, despegues y aterrizajes, navegación en ruta, etc.). Previo al establecimiento del GPS, la navegación aérea dependía exclusivamente de los sistemas de radionavegación terrestres, con la desventaja que son caros de operar y que en muchas partes del mundo no se cuenta ni siquiera con los requerimientos mínimos de radionavegación.
- **Energía y telecomunicaciones (medición de tiempo).** El GPS es un excelente medio para medir el tiempo de una manera precisa y confiable. Las empresas proveedoras de servicios de electricidad y telecomunicaciones lo utilizan en tareas que requieran de la medición precisa de tiempo (Ej. Sincronizar elementos en redes de telecomunicaciones, sincronizar tiempo en los principales nodos de Internet, control de sistemas de energía).

- **Usuario general (Ej. Montañismo, recreación, medio ambiente, etc.).** Este es posiblemente el grupo más amplio de usuarios y crece con el pasar del tiempo. La reducción en el precio de los georeceptores ha posibilitado su adquisición por parte de una gran cantidad de usuarios.

El Sistema de Posicionamiento Global permite determinar la ubicación de un receptor ubicado en la superficie de la Tierra basado en el tiempo que tarda la señal en llegar al mismo. Por esta razón los satélites están equipados con relojes atómicos de gran exactitud. Sin embargo, los relojes no son perfectos y generan pequeños errores en la medición del tiempo. Un error en el reloj atómico del satélite de una billonésima de segundo (un nanosegundo) equivale a un error de 30cm en la medición de la distancia al satélite.

### **2.2.2 Internet de las Cosas (IoT)**

Internet de las Cosas es una arquitectura emergente basada en la internet global que facilita el intercambio de bienes y servicios entre redes de la cadena de suministro y que tiene un impacto importante en la seguridad y privacidad de los actores involucrados. Kevin Ashton utilizó el término por primera vez en la década de los 90, sin embargo, la IoT emergió en algún momento entre 2008-2009. Para el año 2010 la cantidad de objetos físicos cotidianos y dispositivos conectados a Internet fue de alrededor de 12,5 mil millones.

En la actualidad hay cerca de 25 mil millones de dispositivos conectados a la IoT, hecho que implicó un cambio radical en la calidad de vida de las personas, ofreciendo una gran cantidad de nuevas oportunidades de acceso a datos, servicios específicos en la educación, en seguridad, asistencia sanitaria o en el transporte, entre otros campos. Por otra parte, será la clave para aumentar la productividad de las empresas, ofreciendo una amplia distribución de la red, redes locales inteligentes de dispositivos inteligentes y nuevos

servicios que pueden ser personalizados según las necesidades del cliente. La IoT trae beneficios de mejora de la gestión y el seguimiento de los activos y de los productos, aumenta la cantidad de datos de información y permite la optimización de equipos y uso de los recursos que puede traducirse en ahorro de costes. Además, ofrece la oportunidad de crear nuevos dispositivos interconectados inteligentes y explorar nuevos modelos de negocio.

### **2.2.3 Desechos sólidos**

La Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUFI, 2007) define desecho como todo lo que es generado como producto de una actividad, ya sea por la acción directa del hombre o por la actividad de otros organismos vivos, formándose una masa heterogénea que, en muchos casos, es difícil de incorporar a los ciclos naturales.

Los problemas con la disposición de desechos sólidos pueden ser encontrados desde el tiempo en que los seres humanos empezaron a congregarse en tribus, poblaciones y comunidades y la acumulación de desechos se convirtió en una consecuencia de la vida. La dispersión de alimentos y otros desechos sólidos en ciudades medievales, la práctica de botar desechos en calles sin pavimentar, carreteras y terrenos desocupados condujo a procreación de ratas, con su compañía de pulgas acarreando gérmenes de enfermedades, y la erupción epidémica de la peste. La falta de planes para el manejo de los desechos sólidos condujo a la epidemia de peste, la Muerte Negra, que mató a la mitad de los europeos en el siglo catorce y ocasionó muchas epidemias subsiguientes y un elevado tributo de muertes. No fue hasta el siglo diez y nueve que las medidas de control de salud pública se convirtieron en una consideración vital de los funcionarios públicos, quienes empezaron a

darse cuenta de que los desechos de alimentos se debían recolectar y disponer en forma sanitaria para controlar vectores de enfermedades.

Los residuos que se generan en los centros de salud son peligrosos. Si se manipulan, se tratan o se desechan incorrectamente pueden diseminar enfermedades y envenenar a la gente, a los animales de cría, a los animales salvajes, a las plantas e incluso a ecosistemas completos. Estos residuos por lo general se dividen en tres categorías:

- **Los residuos generales** de los centros de salud son similares o idénticos a los residuos domésticos, como los empaques y papeles usados. Estos residuos por lo general son inofensivos y no requieren manejo especial. (del 75% al 90% de los residuos generados por los centros de salud se encuentra en esta categoría).
- **Los residuos peligrosos** de los centros de salud, como todos los residuos infecciosos (excepto objetos cortopunzantes), cantidades pequeñas de químicos y fármacos, y envases presurizados no reciclables.
- **Residuos muy peligrosos**, como objetos cortopunzantes, residuos no cortopunzantes muy infecciosos, heces de pacientes con cólera o líquidos corporales de pacientes con enfermedades muy contagiosas.

#### 2.2.4 Sensores

Dispositivo que detecta el cambio en el entorno respondiendo a alguna salida en el sistema. Pueden convertirse en fenómenos físicos con un voltaje analógico medible o señal digital transformándose en legible para la capacidad humana o también ser transmitida para lectura o procesamiento adicional. Actualmente uno de los sensores más conocidos es el

micrófono, mencionado dispositivo puede convertir la energía del sonido en una señal eléctrica y así amplificarse, transmitirse, grabarse y finalmente reproducirse.

Estos dispositivos han conservado una evolución durante su periodo de tiempo y hoy podemos enumerar una variedad diversa de ellos.

- Sensores de temperatura.
- Sensores de luz.
- Sensores de distancia.
- Sensores de proximidad.
- Sensores de posición.
- Sensores de color.
- Sensores de humedad.
- Sensores de sonido.
- Sensores de velocidad.

### **2.3 Base Legal**

Las normativas fundamentales que forman parte elemental del marco jurídico de los desechos sólidos (basura) comprende la Ley General Sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Ley Sobre Desechos en Lugares Públicos.

#### **Ley General Sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales.**

**Art.82.** Se prohíbe el vertimiento de sustancias o desechos contaminantes en suelos, ríos, lagos, lagunas, arroyos, embalses, el mar y cualquier otro cuerpo o curso de agua.

**Art.100.** Se prohíbe importar residuos tóxicos de acuerdo con la clasificación contenida en los convenios internacionales sobre la materia aprobados por la República Dominicana, o la que sea establecida por la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en

consulta con la Secretaría de Estado de Salud Pública y Asistencia Social, así como se prohíbe también la utilización del territorio nacional como tránsito de estos residuos y como depósito de estos.

**Art.101.** La importación, la fabricación, la elaboración, el manejo, uso, acumulación, evacuación y disposición final de sustancias radiactivas o combinaciones químicas o sintéticas, biológicas, desechos, y otras materias, que por su naturaleza de alto riesgo puedan provocar daños a la salud de seres humanos, al medio ambiente y a los recursos naturales, serán regulados por la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

**Art.106.** Los ayuntamientos municipales operarán sistemas de recolección, tratamiento, transporte, y disposición final de desechos sólidos no peligrosos dentro del municipio, observando las normas oficiales emitidas por la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales, juntamente con la Secretaría de Estado de Salud Pública y Asistencia Social, para la protección del medio ambiente y la salud.

**Art.107.** Se prohíbe la colocación, lanzamiento y disposición final de desechos sólidos o líquidos, tóxicos o no, en lugares no establecidos para ello por la autoridad competente.

**Art.108.** En todas las instituciones públicas se implementarán sistemas de clasificación de los desechos sólidos, previo a su envío a los sitios de disposición final.

**Art.175.** Incurren en delitos contra el medio ambiente y los recursos naturales.

- Quien violare las normas, parámetros y límites permisibles, y vierta aguas servidas no tratadas a cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado, disponga de desechos sólidos industriales no peligrosos en sitios no autorizados para ello o emita al aire sustancias contaminantes, escapes de gases, agentes biológicos y bioquímicos.

- Quien violare las normas técnicas pertinentes y genere o maneje sustancias tóxicas o peligrosas, transforme desechos tóxicos o peligrosos trasladando la contaminación a otro medio receptor, o quien los opere, almacene o descargue en sitios no autorizados.

**Art.133.** Se prohíbe el vertimiento de escombros o basuras en las zonas cársticas, cauces de ríos y arroyos, cuevas, sumideros, depresiones de terrenos y drenes.

**Art.134.** Los efluentes de residuos líquidos o aguas, provenientes de actividades humanas o de índole económica, deberán ser tratados de conformidad con las normas vigentes, antes de su descarga final.

**Art.153.** Queda prohibido el vertimiento de basuras o desperdicios de cualquier índole sobre las costas, cayos, arenas de las playas o en las aguas que circundan en las mismas.

#### **Ley No.120-99 sobre Desechos en Lugares Públicos.**

La ley sobre Desechos en Lugares Públicos, que prohíbe a toda persona física o moral tirar desperdicios sólidos y de cualquier naturaleza en calles, aceras, parques, carreteras, contenes, caminos, balnearios, mares, ríos, etc.

**Artículo 1.-** Se prohíbe a toda persona física o moral tirar desperdicios sólidos y de cualesquiera naturalezas en calles, aceras, contenes, parques, carreteras, caminos, balnearios, mares, ríos, cañadas, arroyos y canales de riego, playas, plazas y otros sitios de esparcimiento y demás lugares públicos.

**Artículo 2.-** Se prohíbe a los propietarios e inquilinos de hogares y establecimientos comerciales sacar basura, desechos o desperdicios en horas distintas a las establecidas por las disposiciones municipales correspondientes.

**Artículo 3.-** Una vez colocada la basura en los recipientes y en los lugares donde debe ser recogida, se prohíbe desorganizarla, rebuscar en ella, virar los zafacones, romper los recipientes en donde hayan sido depositados.

**Artículo 4.-** Las personas que sean sorprendidas tirando basura, desechos o desperdicios de cualquier tipo, del tamaño que fuere, en los lugares públicos, serán condenados a las penas de dos (2) hasta diez (10) días de prisión o multas de quinientos (RD\$500.00) a mil (RD\$ 1,000.00) pesos, o ambas penas a la vez.

**Artículo 5.-** El producto de las recaudaciones que se generen por concepto de la aplicación de esta ley será especializado por los ayuntamientos para un fondo destinado a la confección de fundas plásticas para la recogida de basura, las que podrán ser vendidas al público al costo de su fabricación. Los recursos que excedan se emplearán en un fondo para educación ciudadana sobre el manejo de desperdicios.

**Artículo 7.-** Todo ciudadano tendrá la obligación de mantener limpio e higienizado el frente de su residencia o establecimiento y recoger la basura, desecho o desperdicios que se encuentren en su acera.

## **Capítulo III: Marco metodológico**

## **Tipo de investigación**

De acuerdo con Hernández Sampieri (2008), los métodos de investigación mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como la integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio. Estos tienen como finalidad obtener una “fotografía panorámica” que abarque toda la extensión del problema abordado, generando nuevos puntos de vista ante el fenómeno subyacente del mismo y generando conclusiones accionables del punto de vista estudiado.

El enfoque mixto aplicado al estudio del impacto de un factor nuevo ante un fenómeno social ya establecido proporciona una perspectiva más amplia y profunda del mismo. La percepción de este se vuelve más completa, general e integral. Ya que este tipo de investigación se sustenta en las bondades de cada aproximación, los riesgos potenciales de cada método individual son reducidos y las ventajas son amplificadas, así como permite mayor flexibilidad a los investigadores (Sampieri, 2014).

### **3.1 Método**

Durante la investigación de este proyecto y enfocado en los objetivos de la investigación estaremos utilizando las siguientes metodologías de investigaciones:

**Investigación cuantitativa:** Según (Sampieri, Collado, Lucio, 2014) El enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar” o eludir pasos. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan

las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones respecto de la o las hipótesis.

**Investigación exploratoria:** Según (Sampieri, Collado, Lucio, 2014) Los estudios exploratorios se realizan cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes. Es decir, cuando la revisión de la literatura reveló que tan solo hay guías no investigadas e ideas vagamente relacionadas con el problema de estudio, o bien, si deseamos indagar sobre temas y áreas desde nuevas perspectivas.

### **3.2 Investigación Preliminar**

Realizamos una investigación sobre la situación en otros países con relación a la cantidad de residuos sólidos que se acumulan por día y per cápita, esto nos llamó la atención de una manera alarmante dado que en un futuro según sigue creciendo las comunidades y la cantidad de habitantes, igual la cantidad de desechos irá creciendo de manera exponencial. Esto implicaría que cada día la logística de recolección de dichos desechos se irá complicando y/o encareciendo cada día más.

De acuerdo a nuestras investigaciones, los residuos sólidos también representa una alta correlación con la contaminación de nuestras comunidades, dado que son una fuente de aguas contaminadas, moscas y mosquitos que afectan de forma directa a los habitantes, además causando malos olores que causan disgustos y enfermedades, esto sin contar que la no recolección a tiempo por parte de las autoridades en ocasiones llevan a que los habitantes realicen de forma clandestina la incineración de la misma causando aún más contaminación ambiental por el humo provocado.

Mediante tecnologías de geolocalización es posible identificar la posición geográfica específica de algún dispositivo y esto nos permitiría ubicar y trazar las mejores rutas que han de seguir los recolectores de desechos además que mediante la utilización de sensores conectados a un sistema IoT nos será posible determinar los contenedores que poseen residuos para eficientizar la recolección únicamente de los contenedores que lo ameriten.

### **3.3 Delimitación del problema**

#### **3.3.1 Área geográfica**

El área geográfica donde realizamos los estudios e instrumentos de encuestas será toda la geolocalización del gran Santo Domingo, población del territorio dominicano y por eso, la tasa de residuos no deseados es más alta en comparación a otras zonas, afectando así la calidad de vida de los habitantes.

#### **3.3.2 Tiempo**

El desarrollo e implementación del sistema está planificado para efectuarse en un periodo de 8 meses. La implementación y reemplazo de los contenedores con la implementación de los sensores y tecnología IoT está planificada para efectuarse de manera escalonada, utilizando el primer mes para recopilar información, siguientes dos meses para la implementación técnica, cuarto mes para el análisis de los resultados iniciales, quinto mes para realizar ajustes, sexto mes para recaptura y análisis de variables y los últimos dos meses (séptimo y octavo) para desarrollar el prototipo.

#### **3.3.3 Población y muestra**

La población de esta investigación está determinada por todos y cada uno de los habitantes del gran Santo Domingo, y que realizan depósitos de desechos sólidos.

### 3.3.4 Técnicas e Instrumentos

El instrumento de medición y recolección de datos que vamos a utilizar es el cuestionario a través de encuestas. Según Chateaufeuf, el cuestionario consta de un conjunto de preguntas relacionadas con una o más variables a medir (2009). Debe seguir la misma línea que el planteamiento del problema y la hipótesis (Brace, 2013). Según Sampieri et al. (2014), los cuestionarios pueden tener preguntas cerradas las cuales contienen categorías que han sido previamente delimitadas. Es decir, las opciones de respuestas ya están establecidas y los participantes deben delimitarse a las mismas que pueden ser dicótomas (dos posibilidades) o incluir varias opciones. De igual forma existen preguntas abiertas, las cuales no delimitan con anterioridad las respuestas, lo que significa que el número de categorías es muy elevado y va a variar respecto a la población que sea consultada.

Vera (2014) sostiene que, entre las técnicas de investigación más utilizadas y conocidas se encuentran:

- **La investigación documental:** Esta se apoya en la recopilación de antecedentes a través de documentos gráficos de cualquier índole y de diversos autores, en los que el investigador fundamenta y complementa su investigación. Los materiales de consulta suelen ser las fuentes bibliográficas, iconográficas, fonográficas y algunos medios magnéticos.
- **La investigación de campo:** Es aquella que se realiza directamente en el medio donde se presenta el fenómeno de estudio. Entre las herramientas de apoyo imprescindibles para este tipo de investigación se encuentran: la observación, la entrevista, la encuesta, el cuestionario, y la experimentación.

En el desarrollo de esta investigación se están utilizando tanto la técnica documental como la de campo. Con la técnica documental se van a recopilar las informaciones que fueron elementos clave para fundamentar este estudio, en adición con la técnica de campo con la que se sustentan esas teorías a través del levantamiento de datos de interés, principalmente por medio de encuestas.

### **3.3.5 Técnica de procesamiento de análisis de datos**

Para el análisis de los datos utilizaremos la determinación de patrones en las encuestas realizadas y el análisis de las variables que representan una tendencia en los datos recolectados por la solución propuesta.

### **3.3.6 Fuentes de datos**

Las fuentes de datos principales consultadas forman parte de instituciones públicas tales como los diferentes Ayuntamientos del área geográfica de Santo Domingo, Oficina Nacional de Estadísticas (ONE), artículos sobre los desechos sólidos, Sistema de Posicionamiento Global (GPS) e Internet de las Cosas (IoT). Hay que destacar como fuente secundaria, diversos documentos que avalen la información de las fuentes primarias, ejemplo: Sistema tecnológico óptimo para proceso de recolección de desechos, documentos tecnológicos oficiales sobre el tema en mención, entre otras.

## **Capítulo IV: Análisis, Presentación de Resultados y Conclusiones**

## **4.1 Entrevistas**

Según Martínez (2010), la entrevista adopta la forma de un diálogo coloquial o entrevista semiestructurada, complementada con otras técnicas y de acuerdo con la naturaleza específica de la investigación que se va a realizar, de las cuales, podrán derivarse categorías de análisis no preestablecidas, las mismas pueden emerger en la medida en que se analizan los resultados. Asimismo, indica que la entrevista es un instrumento técnico que tiene gran sintonía epistemológica con el enfoque cualitativo y también su teoría metodológica (p.99). La entrevista está basada en recopilar información de una manera detallada oral y personalizada, la cual está enfocada en obtener datos precisos y relevantes.

## **4.2 Encuestas**

La siguiente encuesta fue elaborada con la finalidad de identificar el nivel de aceptación de un sistema que permita ayudar a los ayuntamientos en tener una gestión más eficiente y poder recopilar cuáles son los principales inconvenientes que afectan hoy día a las comunidades la no recolección de desechos sólidos (basura) a tiempo. Dicha encuesta fue enfocada en recopilar información relevante al sistema de recolección de basura actual y los problemas de salud que estos causan.

### **4.2.1 ¿Cuál es su rango de edad?**

Con esta información podremos segregar la percepción de los habitantes según su experiencia.

### **4.2.2 ¿Tienes hijos?**

Con esta información estaremos identificando si las casas con hijos son más susceptibles a contraer enfermedades por causa de la contaminación con los desechos sólidos.

#### **4.2.3 ¿Cuál es su Ciudad y Sector de Residencia?**

Esta información es necesaria para poder segregar los sectores que son más afectados por la no recolección de residuos sólidos a tiempo.

#### **4.2.4. ¿Con qué frecuencia se realiza recolección de desechos sólidos en su sector?**

Con esta información podremos determinar de forma preliminar cuál es la situación actual con la recolección de desechos sólidos de cada sector.

#### **4.2.5 ¿Su sector cuenta con suficientes contenedores de residuos para cubrir la cantidad de desechos?**

Esta información es necesaria para determinar si hay contenedores y si son suficientes.

#### **4.2.6 ¿Usted o algún familiar ha sufrido alguna enfermedad causada por la contaminación de los desechos en el sector?**

Con este dato será posible identificar que tanto afectan los desechos sólidos en la salud de la ciudadanía.

#### **4.2.7 ¿Cree usted que los contenedores de desechos son recolectados a tiempo?**

Esta información permitirá saber la frecuencia en la cual los camiones deberán recolectar los desechos.

#### **4.2.8 ¿Considera usted que una aplicación ayudaría a eficientizar la recolección de los desechos sólidos?**

Esta información nos permitirá saber que tan aceptable puede llegar a ser el sistema.

#### **4.2.9 ¿Cree usted que el ayuntamiento desperdicia recursos al enviar camiones a recoger contenedores vacíos?**

Esta información nos ayuda a determinar la percepción de los habitantes con relación a gasto público en la recolección de desechos sólidos.

#### **4.2.10 ¿Cómo prefiere que sea realizada la recolección de desechos sólidos?**

Esta información nos ayuda a determinar la recepción de los habitantes de un modelo de recolección inteligente.

### **4.3 Verificación y Evaluación de Objetivos**

A continuación, se presentan los objetivos generales y específicos de la investigación, validando el cumplimiento de estos.

#### **4.3.1 Verificación objetivo general**

Fue diseñado un sistema de recolección de desechos sólidos para dotar a la ciudad de un mecanismo que les permita a cada individuo identificar la disponibilidad y ubicación de contenedores de residuos eficientizando la recolección de la misma, convirtiendo el sistema de una herramienta de ayuda para los ciudadanos abarcando una parte del gran Santo Domingo, haciendo del sistema una herramienta a utilizarse por un alto porcentaje de la población con la posibilidad de erradicar enfermedades, malos olores y el hábitat de diversos insectos.

#### 4.3.2 Verificación Objetivos Específicos

**Objetivo 1. Desarrollar mediante la tecnología de Sistema de Posicionamiento Global (GPS) un modelo de rutas para la recolección de residuos.** Fue comprobado que el prototipo implementado proporciona un mantenimiento (modelo) de rutas para la recolección de residuos. Para más detalle sobre el cumplimiento de este objetivo debe verificar el capítulo 6.

**Objetivo 2. Proveer una herramienta para reducción de desechos sólidos colocados en paseos peatonales, calles, parques, playas, ríos, entre otros.** Una de las características funcionales con las cuales cuenta nuestra herramienta es la reducción de desechos sólidos mediante la utilidad de esta. Para más detalle sobre el cumplimiento de este objetivo debe verificar el capítulo 6.

**Objetivo 3. Dotar a la ciudadanía de una herramienta que facilite la identificación de contenedores de manera más eficiente.** Una de las características funcionales con las cuales cuenta nuestra herramienta es la identificación de contenedores de manera mas eficiente. Para más detalle sobre el cumplimiento de este objetivo debe verificar el capítulo 6.

**Objetivo 4. Proporcionar a la ciudadanía un mecanismo para identificar la localización de contenedores en toda la zona metropolitana de Santo Domingo.** Este objetivo fue validado mediante el desarrollo e implementación de la plataforma web, la cual brinda a los ayuntamientos la funcionalidad de conocer a cuáles contenedores dirigirse. Para más detalle sobre el cumplimiento de este objetivo se debe verificar el capítulo 6.

**Objetivo 5. Suministrar a la ciudadanía de una herramienta para colaborar a la eliminación de desechos sólidos de manera eficiente.** Gracias a las diversas características con las cuales cuenta el proyecto, es notable el dinamismo, la confiabilidad y la interacción con la cual fue construido el sistema. Para más detalle sobre el cumplimiento de este objetivo se debe verificar el capítulo 6.

**Objetivo 6. Desarrollar un módulo que pueda indicar los niveles de los sensores y brindar prioridad en la recolecta.** Este módulo fue cumplido mediante el desarrollo e implementación de la plataforma web, el cual es evidencia de la disponibilidad de este mantenimiento. Para más detalle sobre el cumplimiento de este objetivo se debe verificar el capítulo 6.

#### **4.4 Conclusión**

En todo el transcurso de esta investigación fue posible verificar que las Tecnologías de la Información y Comunicación están involucradas en múltiples aspectos de la vida del ser humano, contribuyendo cada día a evolucionar la vida tradicionalmente conocida en siglos pasados y logrando atravesar múltiples barreras facilitando un espacio más favorecedor para habitar.

Después de concluir con el proceso investigativo que nos permitió determinar diversas vertientes y aportar validez a nuestra propuesta, pudimos corroborar que es ineludible la incorporación de una herramienta que modifique la técnica tradicional de recolecta de desechos sólidos e introduzca un método más vanguardista que puede estar a la par con otros países desarrollados o en desarrollo.

Mediante los resultados obtenidos en las encuestas fue posible verificar que los ayuntamientos que conforman tanto el área geográfica de Santo Domingo como otras ciudades del territorio nacional actualmente utilizan el método de recolecta habitual, el cual es proporcional a enviar camiones en un intervalo de tiempo que va desde diario, cada 2 días, cada 7 días hasta 14 días o más, contemplado que sería más que beneficioso el desarrollo de herramientas tecnológicas que permitan una recolecta más eficiente.

#### **4.5 Líneas futuras de investigación**

Durante el tiempo de recolección de datos para este proyecto fue posible verificar que existe una recolecta periódica de residuos sólidos en diversos sectores, pero esto no significa que todas las zonas cuentan con una recolección a tiempo de sus desechos, así como la limitación de contenedores por área geográfica provocando la acumulación de residuos en las calles, aceras y fuera de los contenedores.

“Las líneas de investigación surgen cuando un investigador (o grupo) selecciona una temática, en cualquier disciplina y la desarrolla, siguiendo como es obvio las pautas 41 metodológicas adecuadas, y alrededor de esa temática se continuarán desarrollando otros proyectos, que la van enriqueciendo” (Fernández, 2011).

De tal manera, ha sido contemplada la escalabilidad futura del proyecto para lograr abarcar mayores acciones. Consideramos diversos puntos a evaluarse para efectuar una expansión, tales como:

1. Extender a otras ciudades y sectores del territorio dominicano.
2. Desarrollar módulos de integración para sistemas operativos móviles.
3. Incorporar paneles solares para suministrar la energía del dispositivo IoT.

## **Capítulo V: Plan de Mercado y Análisis del entorno**

## **5.1 Benchmarking**

El benchmarking puede definirse como un proceso sistemático de búsqueda de las mejores prácticas, ideas innovadoras y procedimientos operativos altamente efectivos que conduzcan a un mejor desempeño. El benchmarking toma como referencia los productos, servicios o procesos de trabajo de las empresas líderes, para compararlos con los de tu propia empresa y posteriormente realizar mejoras e implementarlas (Espinosa, s.f.). Se utiliza para que, a través de esa comparación, aprender los unos de los otros. Es un instrumento para aprender del desempeño de otros que se encuentran “en la misma categoría”.

Tabla 3. Análisis de Benchmarking.

| <b>Funcionalidades</b>  | <b>Sistema</b> | <b>iRecycle</b> | <b>RecycleSmart</b> | <b>CleanCityNetworks – CCN</b> |
|---|----------------|-----------------|---------------------|--------------------------------|
| Monitoreo de los contenedores   | X              | -               | -                   | X                              |
| Envío de información instantánea  | X              | X               | X                   | X                              |
| Ubicar puntos para depositar desechos sólidos   | X              | X               | X                   | X                              |
| Proporciona información de los puntos de recolecta (dirección, hora, número telefónico) | -              | X               | -                   | -                              |
| Rutas efectivas para los camiones   | X              | -               | -                   | -                              |
| Disponibilidad para Android   | -              | X               | X                   | X                              |
| Disponibilidad para iOS   | -              | X               | X                   | X                              |
| Disponibilidad para la web  | X              | -               | -                   | X                              |

**Fuente:** Elaborado por sustentantes.

## 5.2 Mecanismo para poblar información al sistema

Las informaciones necesarias para la alimentación del sistema mediante las mediciones de los sensores colocados en cada contenedor. Estas serán enviadas de forma periódica cada determinado tiempo definido vía la administración del sistema, es decir, el administrador del sistema estaría colocando dentro de su módulo de administración cada cuánto tiempo desea recolectar información de cada sensor de cada contenedor para determinar si el mismo posee desechos sólidos o si posee algún grado de contaminación que pudiese afectar a los habitantes de la comunidad donde se encuentra ubicado el contenedor.

Esta información capturada por cada sensor es la que posteriormente será analizada para realizar la ruta de recolección de basura de una forma eficiente. En cuanto a los módulos de administración estos contarán con pantallas de captura de información que permitirán agregar al sistema los siguientes datos: nuevos contenedores instalados, cantidad de camiones de recolección disponibles, administración de rutas sugeridas por el sistema.

La estrategia de promoción propuesta para lanzar y establecer el proyecto va a consistir en la combinación de diversos componentes tales como:

**Rueda de Negocios:** Es un mecanismo simple de reuniones planificadas que, de forma directa, creando un ambiente propicio para negociaciones, promueve los contactos entre empresarios, instituciones y organizaciones que desean entrevistarse para realizar negocios, desarrollar relaciones asociativas o alianzas.

**Campaña Promocional o Publicitaria:** Mediante medios digitales y/o redes sociales: es un amplio conjunto de estrategias comerciales que tienen como objetivo dar a conocer el servicio a ofrecer. Esto se logrará a través de anuncios distintos pero relacionados, que aparecerán en

varios medios de comunicación durante un periodo determinado. El plan de medios digitales para aplicar estas estrategias incluirá: Twitter, Youtube, Facebook, Google e Instagram.

### 5.3 Modelo de negocio (Método Canvas)

Tabla 4. Plantilla Modelo de Negocio CANVAS

| <b>Socios claves</b>  | <b>Actividades claves</b>  | <b>Propuesta de valor</b>   | <b>Relación con el cliente</b>   | <b>Segmento de clientes</b>   |
|---|--|---|--|---|
| Ayuntamientos del área geográfica de Santo Domingo          | Plantear una estrategia clave que permita abarcar la mayor área geológica posible. | Nuestro sistema dispone de un servicio tecnológico, mediante la utilizando de tecnologías web el cual permite la recolección de basura de manera más eficiente especificando el estado de llenado de los contenedores, manejo de GPS para las ubicaciones de los depósitos y una simulación de ruta para los caminos. | Relación directa y completa con la entidad de recolectar los desechos sólidos, es todos los ayuntamientos de Santo Domingo | Cualquier persona con acceso a internet y un dispositivo con sistema operativo IOS/Android dentro de las delimitaciones del Gran Santo Domingo. |
|   | <b>Recursos claves</b><br>Acceso a la red internet y herramientas tecnológicas     |   | <b>Canales</b><br>Plataformas. Web y Móvil.  |   |
| <b>Estructura de coste</b>                                  |  | <b>Fuentes de ingreso</b>   |  |   |
| Desarrollo y mantenimiento de los sensores y el aplicativo. |  | Nuestra propuesta es sin fines de lucro.  |  |   |

**Fuente:** Elaboración por los sustentantes.

## 5.4 Presupuesto

Tabla 5. Presupuesto de desarrollo e implementación del sistema de recolección de basura mediante sensores e internet de las cosas

IoT.

| <b>Tareas</b>                                   | <b>Horas<br/>Trabajadas</b> | <b>Costo Trabajo<br/>(RD\$)</b> | <b>Costo Material (RD\$)</b> | <b>Otros<br/>(RD\$)</b> | <b>Total Tarea<br/>(RD\$)</b> |
|---|-----------------------------|---------------------------------|------------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Consulta con los Ayuntamientos de Santo Domingo | 2                           | \$0.00                          | \$0.00                       | \$0.00                  | \$0.00                        |
| Material Gastable                               | 0                           | \$0.00                          | \$0.00                       | \$0.00                  | \$0.00                        |
| Viático   | 2                           | \$1,400.00                      | \$0.00                       | \$0.00                  | \$0.00                        |
| <b>Subtotal</b>                                 | <b>4</b>                    | <b>\$1,400.00</b>               | <b>\$0.00</b>                | <b>\$0.00</b>           | <b>\$1,400.00</b>             |
| <b>Fase de Entrenamiento</b>                    |                             |                                 |                              |                         |                               |
| Entrenador                                      | 5                           | \$0.00                          | \$0.00                       | \$0.00                  | \$0.00                        |
| Documento impreso                               | 3                           | \$0.00                          | \$500.00                     | \$0.00                  | \$500.00                      |
| Coffe break                                     | 3                           | \$4,500.00                      | \$0.00                       | \$0.00                  | \$4,500.00                    |
| Viático   | 2                           | \$1,000.00                      | \$0.00                       | \$0.00                  | \$1,000.00                    |
| <b>Subtotal</b>                                 | <b>13</b>                   | <b>\$5,500.00</b>               | <b>\$500.00</b>              | <b>\$0.00</b>           | <b>\$5,500.00</b>             |
| <b>Fase de Desarrollo</b>                       |                             |                                 |                              |                         |                               |
| <b>Diseño del UI</b>                            | <b>95</b>                   | <b>\$30,000.00</b>              | <b>\$0.00</b>                | <b>\$0.00</b>           | <b>\$30,000.00</b>            |
| Creación de maquetas del sistema                | 15                          | \$4,700.00                      | \$0.00                       | \$0.00                  | \$4,500.00                    |
| Creación de pantalla responsive                 | 50                          | \$15,500.00                     | \$0.00                       | \$0.00                  | \$15,500.00                   |

|                                      |            |                     |                   |               |                     |
|--------------------------------------|------------|---------------------|-------------------|---------------|---------------------|
| Creación de pantallas                | 30         | \$9,800.00          | \$0.00            | \$0.00        | \$9,800.00          |
| <b>Desarrollo del Sistema</b>        | <b>430</b> | <b>\$67,500.00</b>  | <b>\$0.00</b>     | <b>\$0.00</b> | <b>\$67,500.00</b>  |
| Diseño de base de datos              | 165        | \$20,800.00         | \$0.00            | \$0.00        | \$20,800.00         |
| Diseño de arquitectura del Sistema   | 140        | \$14,500.00         | \$0.00            | \$0.00        | \$14,500.00         |
| Análisis de caso de uso              | 40         | \$10,700.00         | \$0.00            | \$0.00        | \$10,700.00         |
| Diseño del módulo de ruta            | 60         | \$12,500.00         | \$0.00            | \$0.00        | \$12,500.00         |
| Diseño del módulo de contenedores    | 25         | \$9,300.00          | \$0.00            | \$0.00        | \$9,300.00          |
| <b>Ambiente de pre-produccion</b>    | <b>140</b> | <b>\$40,000.00</b>  | <b>\$0.00</b>     | <b>\$0.00</b> | <b>\$40,000.00</b>  |
| Pruebas manuales                     | 85         | \$22,700.00         | \$0.00            | \$0.00        | \$22,700.00         |
| Pruebas automatizadas                | 55         | \$17,300.00         | \$0.00            | \$0.00        | \$17,300.00         |
| <b>Pruebas de producción</b>         | <b>140</b> | <b>\$40,000.00</b>  | <b>\$0.00</b>     | <b>\$0.00</b> | <b>\$40,000.00</b>  |
| Pruebas manuales                     | 85         | \$22,700.00         | \$0.00            | \$0.00        | \$22,700.00         |
| Pruebas automatizadas                | 55         | \$17,300.00         | \$0.00            | \$0.00        | \$17,300.00         |
| <b>Subtotal</b>                      | <b>805</b> | <b>\$177,550.00</b> | <b>\$0.00</b>     | <b>\$0.00</b> | <b>\$177,550.00</b> |
| <b>Otros Costos</b>                  |            |                     |                   |               |                     |
| Entregables digitales                | 3          | \$0.00              | \$0.00            | \$0.00        | \$0.00              |
| Diseño y diagramación del entregable | 6          | \$1,800.00          | \$0.00            | \$0.00        | \$1,800.00          |
| <b>Subtotal</b>                      | <b>9</b>   | <b>\$1,800.00</b>   | <b>\$0.00</b>     | <b>\$0.00</b> | <b>\$1,800.00</b>   |
| <b>SubTotales</b>                    | <b>831</b> | <b>\$186,250.00</b> | <b>\$500.00</b>   | <b>\$0.00</b> | <b>\$186,250.00</b> |
| <b>Riesgos (contingencia)</b>        | <b>70</b>  | <b>\$60,000.00</b>  | <b>\$2,000.00</b> | <b>\$0.00</b> | <b>\$30,000.00</b>  |
| <b>Total (presupuestado)</b>         | <b>901</b> | <b>\$246,250.00</b> | <b>\$2,500.00</b> | <b>\$0.00</b> | <b>\$216,250.00</b> |

**Fuente:** Elaborado por los sustentantes.

## 5.5 Retorno de la Inversión

Carlos Cuevas nos dice que el retorno de la inversión es una razón que relaciona el ingreso generado por un centro de inversión a los recursos (o base de activos) usados para generar ese ingreso (2001). Después de establecido este punto es entendible que los costos de esta herramienta oscilan por los 200,258.00 los cuales deben ser asumidos por los Ayuntamientos del Gran Santo Domingo, debido a que esta herramienta no es elaborada con ningún fin comercial.

$$ROI = \frac{Ingresos - Egresos}{Egresos} * 100$$

Donde ROI es igual a la diferencia entre los ingresos y egresos divididos entre los egresos.

Tabla 6. Representación Retorno de Inversión de la herramienta en el transcurso del primer año.

| Resumen del Retorno de Inversión (Primer Año) | Monto        |
|---|--------------|
| Ingresos Netos de Inversión                   | \$300,500.00 |
| Gastos Netos (Egresados)                      | \$410,780.00 |
| ROI   | 36.7%        |

**Fuente:** Elaborado por los sustentantes.

Tabla 7. Representación Retorno de Inversión de la herramienta en el transcurso del segundo año.

| Resumen del Retorno de Inversión (Segundo Año) | Monto        |
|--|--------------|
| Ingresos Netos de Inversión                    | \$600,500.00 |
| Gastos Netos (Egresados)                       | \$930,988.00 |
| ROI  | 55.0%        |

**Fuente:** Elaborado por los sustentantes.

## **Capítulo VI: Análisis y diseño del prototipo**

## **6.1 Narrativa General**

El sistema de recolección de basura mediante sensores e IoT – Internet de las Cosas desarrollado en el área metropolitana de Santo Domingo consiste en proporcionarles a los ciudadanos una herramienta con la cual puedan depositar sus desechos sólidos en puntos específicos reduciendo así los residuos depositados fuera de los contenedores, calles, aceras, bosques, ríos, playas, entre otros. Nuestro sistema dispone de dispositivos sensorial los cuales tienen el propósito de indicar el estado en el cual está el contenedor, mencionados estados pueden ser lleno, medio lleno y vacío.

### **6.1.1 Objetivos de la Institución, Empresa o Sector al que está dirigido el Proyecto**

Los Ayuntamientos del Gran Santo Domingo es la institución a cargo de recolectar, mantener y proporcionar una limpieza en toda el área metropolitana, teniendo como propósito la recolecta periódicamente de esta alarmante situación. Dentro de los objetivos de esta institución están:

- Prestar el servicio de manejo de los residuos sólidos, cumpliendo las disposiciones establecidas en el Reglamento de residuos sólidos vigente.
- Promover la ejecución de los servicios de recolección, transporte, barrido, transferencia, tratamiento y asegurar una adecuada disposición final de los residuos sólidos no peligrosos.
- Velar por la protección de la salud pública, medio ambiente, recursos naturales, la estética y el aseo en el gran Santo Domingo.
- Gestionar los residuos sólidos con eficacia y eficiencia.

- Desarrollar programas para el aprovechamiento y reciclaje de residuos con la colaboración de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la Secretaría de Estado de Salud Pública y Asistencia Social, y otros organismos nacionales e internacionales.
- Velar por el acondicionamiento de los vertederos de desechos sólidos.
- Promover la realización de estudios, para la aplicación de métodos científicos para la recolección y disposición final de la basura.
- Incentivar a los industriales para que realicen procesos de reconversión industrial ligados a la implantación de tecnologías limpias y a la realización de actividades de descontaminación, reciclaje y reutilización de residuos.
- Establecer frecuencias, rutas y horarios para la entrega, recolección y transporte de los residuos sólidos que se generan en Santo Domingo.

### **6.1.2 Breve descripción del sistema propuesto**

El sistema está constituido para regular la recolección de basura en la zona metropolitana de Santo Domingo, desde el centro de operaciones del Ayuntamientos, mediante la plataforma web responsiva puede visualizarse los diversos módulos que forman parte del sistema tales como:

- Administrar la cantidad de camiones recolectores.
- Evaluar los dispositivos.
- Consultar historial de datos.
- Consultar historial de rutas.

### **6.1.3 Objetivos del sistema**

- Proporcionar a la ciudadanía un mecanismo para identificar la localización de contenedores en toda la zona metropolitana de Santo Domingo.
- Suministrar a la ciudadanía de una herramienta para colaborar a la eliminación de desechos sólidos de manera eficiente.
- Desarrollar un módulo que pueda indicar los niveles de los sensores y brindar prioridad en la recolecta.

### **6.1.4 Innovaciones del sistema propuesto**

En la República Dominicana persisten los sistemas tradicionales para brindar el servicio de recolección de basura implementado por la institución a cargo, el Ayuntamiento del Distrito Nacional D.N, es por esto que el sistema propuesto es innovador por emplear componentes tecnológicos tales como sensores de peso que evalúan la existencia de basura en los múltiples contenedores que existen en el área geográfica del gran Santo Domingo, sensores que evalúan el nivel de olores y un modelo para controlar los niveles de llenado, estableciendo un método en el cual los camiones realicen la recolecta dónde el grado de basura sea prioritaria.

### **6.1.5 Ventajas/Beneficios**

- Minimizar los malos olores generados por contenedores que en la actualidad son recolectados cada una o dos semanas.
- Eficientizar los recursos del Estado ya que los camiones solo serán dirigidos a los contenedores que ameriten recolectar los desechos sólidos.
- Priorizar los contenedores que tienen mayor cantidad de basura o mayor tiempo con la basura acumulada.

- Visualizar mejoras en el área de la salud de los habitantes al reducir la cantidad de moscas, mosquitos y ratones que son atraídos por los diferentes contenedores que son descuidados o están en mal estado.
- Reducir la contaminación en los sectores de República Dominicana.

## 6.2 Análisis FODA del sistema propuesto



Figura 2. Análisis FODA. Fuente: Elaborado por sustentantes.

### **6.3 Análisis funcional del sistema**

El dispositivo electrónico IoT, dispondrá con las siguientes funciones:

- Configuración para conexión WiFi.
- Lectura del sensor de peso.
- Lectura del sensor de calidad del aire.

El portal web administrativo contará con las siguientes funciones:

- Módulo de administración de cantidad de camiones recolectores.
- Módulo de evaluación de los dispositivos.
- Módulo de administración de niveles mínimos de sensores para priorizar recolección.
- Pantalla de visualización del estado actual de cada contenedor.
- Módulo de consulta histórica de datos.
- Pantalla de definición de rutas de los camiones.
- Módulo de consulta histórica de rutas.

## 6.4 Diagramas de flujo de los procesos

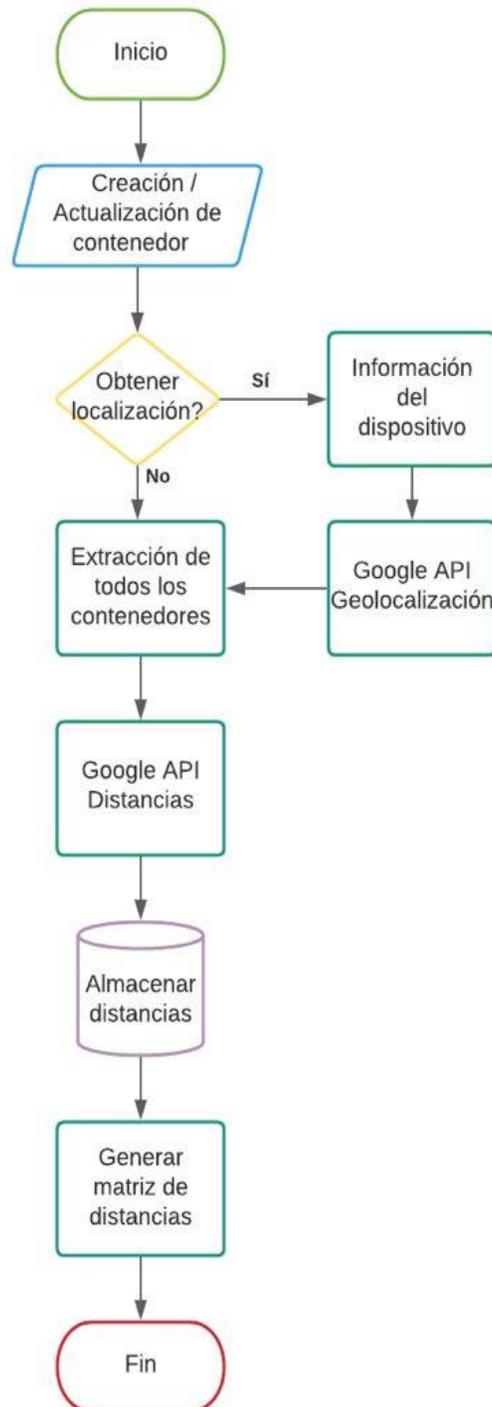


Figura 3. Diagrama de flujo para crear/actualizar contenedor.

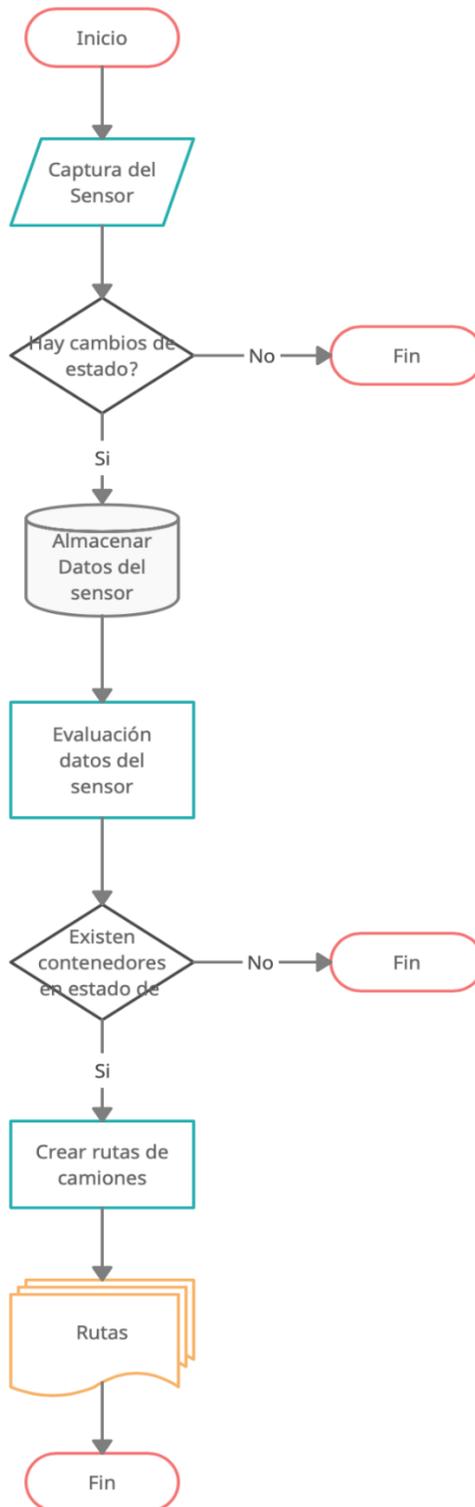


Figura 4. Diagrama de flujo para captura del sensor.

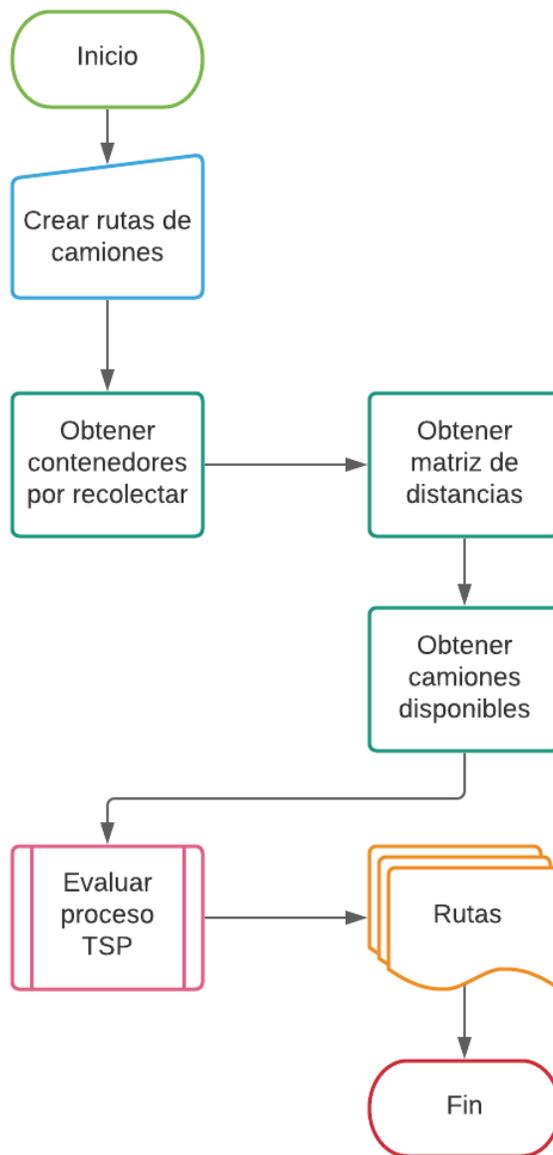


Figura 5. Diagrama de flujo para crear rutas de camiones.

## 6.5 Diagrama de Flujo de Datos (DFD) del sistema propuesto: modelo helpDesk

“Un diagrama de flujo de datos (DFD) traza el flujo de la información para cualquier proceso o sistema. Emplea símbolos definidos, como rectángulos, círculos y flechas, además de etiquetas de texto breves, para mostrar las entradas y salidas de datos, los puntos de almacenamiento y las rutas entre cada destino.” Lucidchart.

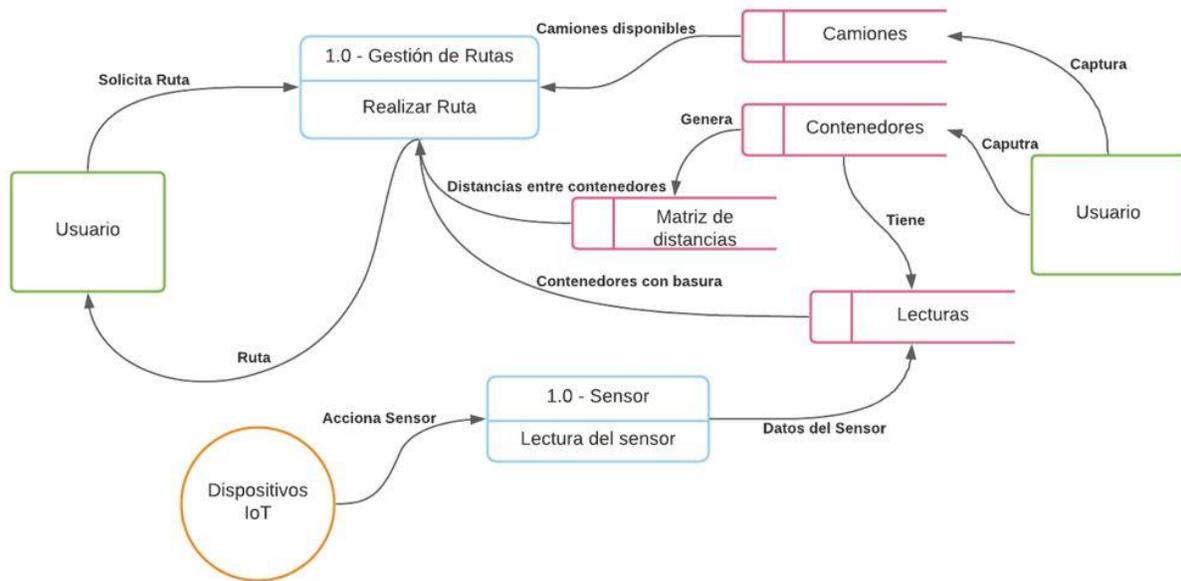


Figura 6. Diagrama de flujo de datos (DFD).

## 6.6 Diseño de la Base de Datos

### 6.6.1 Esquema de la base de datos

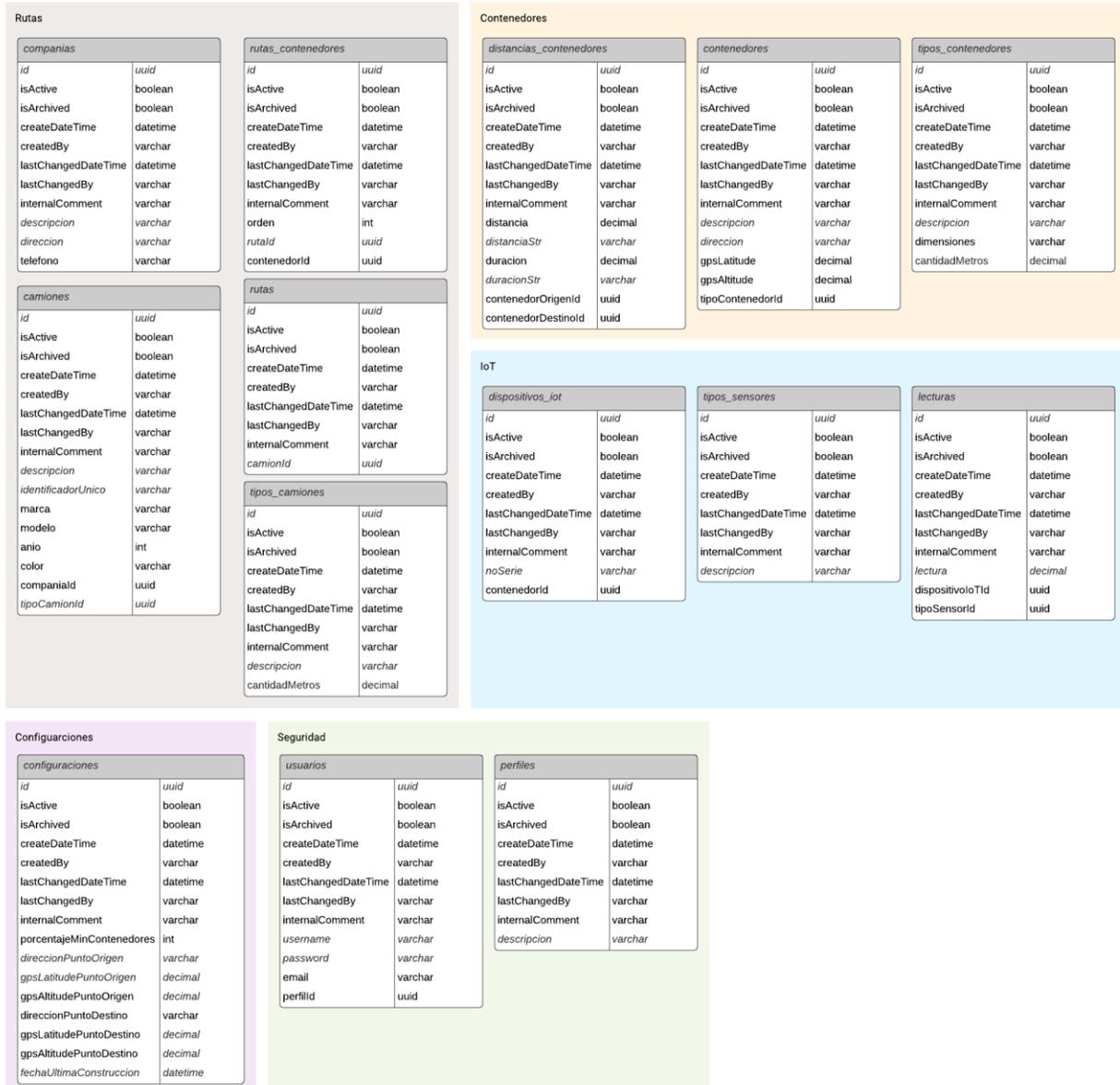


Figura 7. Esquema de Base de Datos

## 6.6.2 Diagrama Entidad Relación (E-R)

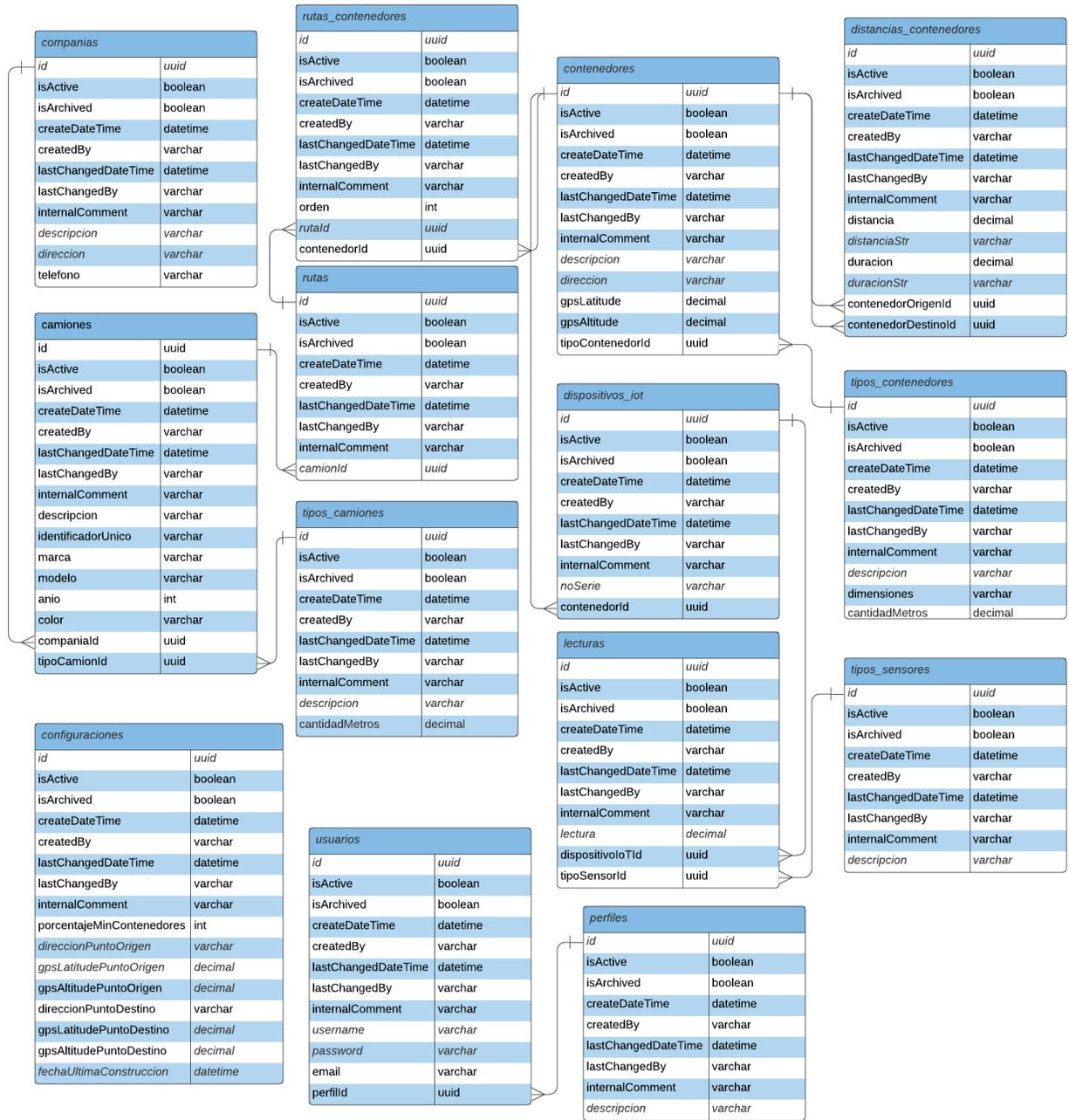


Figura 8. Diagrama Entidad Relación

### 6.6.3 Diccionario de datos del sistema

| Spot | Table_name | Column_name         | Data_type                      | Is_nullable | Description  |
|------|------------|---------------------|--------------------------------|-------------|--|
| 1    | camiones   | id                  | uuid                           | NO          | Llave primaria de la tabla                         |
| 2    | camiones   | isActive            | boolean                        | NO          | Evalúa si el registro está activo                  |
| 3    | camiones   | isArchived          | boolean                        | NO          | Evalúa si el registro se encuentra archivado       |
| 4    | camiones   | createDateTime      | timestamp<br>with time<br>zone | NO          | Fecha hora de creación del registro                |
| 5    | camiones   | createdBy           | character<br>varying           | NO          | Usuario de creación del registro                   |
| 6    | camiones   | lastChangedDateTime | timestamp<br>with time<br>zone | NO          | Fecha hora de la última actualización del registro |
| 7    | camiones   | lastChangedBy       | character<br>varying           | NO          | Usuario de la última actualización del registro    |
| 8    | camiones   | internalComment     | character<br>varying           | YES         | Comentario   |

|           |           |                    |                      |     |   |
|-----------|-----------|--------------------|----------------------|-----|---|
| <b>9</b>  | camiones  | descripción        | character<br>varying | NO  | Descripción que<br>identifica al camión                               |
| <b>10</b> | camiones  | identificadorUnico | character<br>varying | NO  | Identificador especial<br>de cada camión,<br>ejemplo: placa           |
| <b>11</b> | camiones  | marca              | character<br>varying | NO  | Marca del fabricante<br>del camión                                    |
| <b>12</b> | camiones  | modelo             | character<br>varying | NO  | Modelo del camión   |
| <b>13</b> | camiones  | año                | integer              | NO  | Año de fabricación del<br>camión                                      |
| <b>14</b> | camiones  | color              | character<br>varying | NO  | Color del camión  |
| <b>15</b> | camiones  | companiaId         | uuid                 | YES | Llave foránea a la<br>compañía de servicios<br>de colección de basura |
| <b>16</b> | camiones  | tipoCamionId       | uuid                 | YES | Llave foránea al tipo de<br>camión                                    |
| <b>1</b>  | compañías | id                 | uuid                 | NO  | Llave primaria de la<br>tabla   |
| <b>2</b>  | compañías | isActive           | boolean              | NO  | Evalúa si el registro<br>esta activo                                  |

|           |           |                     |                                |     |  |
|-----------|-----------|---------------------|--------------------------------|-----|--|
| <b>3</b>  | compañías | isArchived          | boolean                        | NO  | Evalúa si el registro se encuentra archivado                 |
| <b>4</b>  | compañías | createDateTime      | timestamp<br>with time<br>zone | NO  | Fecha hora de creación del registro                          |
| <b>5</b>  | compañías | createdBy           | character<br>varying           | NO  | Usuario de creación del registro                             |
| <b>6</b>  | compañías | lastChangedDateTime | timestamp<br>with time<br>zone | NO  | Fecha hora de la última actualización del registro           |
| <b>7</b>  | compañías | lastChangedBy       | character<br>varying           | NO  | Usuario de la última actualización del registro              |
| <b>8</b>  | compañías | internalComment     | character<br>varying           | YES | Comentario   |
| <b>9</b>  | compañías | descripción         | character<br>varying           | NO  | Nombre de la compañía de servicios de colección de basura    |
| <b>10</b> | compañías | dirección           | character<br>varying           | NO  | Dirección de la compañía de servicios de colección de basura |

|           |                 |                     |                                |     |   |
|-----------|-----------------|---------------------|--------------------------------|-----|---|
| <b>11</b> | compañías       | teléfono            | character<br>varying           | NO  | Teléfono de la<br>compañía de servicios<br>de colección de basura |
| <b>1</b>  | configuraciones | id                  | uuid                           | NO  | Llave primaria de la<br>tabla                                     |
| <b>2</b>  | configuraciones | isActive            | boolean                        | NO  | Evalúa si el registro<br>esta activo                              |
| <b>3</b>  | configuraciones | isArchived          | boolean                        | NO  | Evalúa si el registro se<br>encuentra archivado                   |
| <b>4</b>  | configuraciones | createDateTime      | timestamp<br>with time<br>zone | NO  | Fecha hora de creación<br>del registro                            |
| <b>5</b>  | configuraciones | createdBy           | character<br>varying           | NO  | Usuario de creación del<br>registro                               |
| <b>6</b>  | configuraciones | lastChangedDateTime | timestamp<br>with time<br>zone | NO  | Fecha hora de la última<br>actualización del<br>registro          |
| <b>7</b>  | configuraciones | lastChangedBy       | character<br>varying           | NO  | Usuario de la última<br>actualización del<br>registro             |
| <b>8</b>  | configuraciones | internalComment     | character<br>varying           | YES | Comentario  |

|           |                 |                           |                                |     |  |
|-----------|-----------------|---------------------------|--------------------------------|-----|--|
| <b>9</b>  | configuraciones | porcentajeMinContenedores | numeric                        | YES | Porcentaje mínimo para marcar un contenedor que debe ser recolectado |
| <b>10</b> | configuraciones | direccionPuntoOrigen      | character<br>varying           | YES | Dirección del punto de origen de los camiones                        |
| <b>11</b> | configuraciones | gpsLatitudePuntoOrigen    | numeric                        | YES | Coordenada Latitudes del punto de origen                             |
| <b>12</b> | configuraciones | gpsAltitudePuntoOrigen    | numeric                        | YES | Coordenada Altitud del punto de origen                               |
| <b>13</b> | configuraciones | direccionPuntoDestino     | character<br>varying           | YES | Dirección del punto de destino de los camiones                       |
| <b>14</b> | configuraciones | gpsLatitudePuntoDestino   | numeric                        | YES | Coordenada Latitudes del punto de destino                            |
| <b>15</b> | configuraciones | gpsAltitudePuntoDestino   | numeric                        | YES | Coordenada Altitud del punto de destino                              |
| <b>16</b> | configuraciones | fechaUltimaConstruccion   | timestamp<br>with time<br>zone | YES | Fecha hora en que se realizó la última evaluación de las rutas       |
| <b>1</b>  | contenedores    | id                        | uuid                           | NO  | Llave primaria de la tabla   |

|           |              |                     |                                |     |  |
|-----------|--------------|---------------------|--------------------------------|-----|--|
| <b>2</b>  | contenedores | isActive            | boolean                        | NO  | Evalúa si el registro esta activo                  |
| <b>3</b>  | contenedores | isArchived          | boolean                        | NO  | Evalúa si el registro se encuentra archivado       |
| <b>4</b>  | contenedores | createDateTime      | timestamp<br>with time<br>zone | NO  | Fecha hora de creación del registro                |
| <b>5</b>  | contenedores | createdBy           | character<br>varying           | NO  | Usuario de creación del registro                   |
| <b>6</b>  | contenedores | lastChangedDateTime | timestamp<br>with time<br>zone | NO  | Fecha hora de la última actualización del registro |
| <b>7</b>  | contenedores | lastChangedBy       | character<br>varying           | NO  | Usuario de la última actualización del registro    |
| <b>8</b>  | contenedores | internalComment     | character<br>varying           | YES | Comentario   |
| <b>9</b>  | contenedores | descripción         | character<br>varying           | NO  | Descripción que identifica al contenedor           |
| <b>10</b> | contenedores | dirección           | character<br>varying           | NO  | Dirección donde se encuentra ubicado el contenedor |

|           |                  |                     |                                |     |  |
|-----------|------------------|---------------------|--------------------------------|-----|--|
| <b>13</b> | contenedores     | tipoContenedorId    | uuid                           | YES | Llave foránea del tipo de contenedor               |
| <b>14</b> | contenedores     | gpsLatitude         | numeric                        | YES | Coordenada Latitudes del contenedor                |
| <b>15</b> | contenedores     | gpsAltitude         | numeric                        | YES | Coordenada Altitud del contenedor                  |
| <b>1</b>  | dispositivos_iot | id                  | uuid                           | NO  | Llave primaria de la tabla                         |
| <b>2</b>  | dispositivos_iot | isActive            | boolean                        | NO  | Evalúa si el registro esta activo                  |
| <b>3</b>  | dispositivos_iot | isArchived          | boolean                        | NO  | Evalúa si el registro se encuentra archivado       |
| <b>4</b>  | dispositivos_iot | createDateTime      | timestamp<br>with time<br>zone | NO  | Fecha hora de creación del registro                |
| <b>5</b>  | dispositivos_iot | createdBy           | character<br>varying           | NO  | Usuario de creación del registro                   |
| <b>6</b>  | dispositivos_iot | lastChangedDateTime | timestamp<br>with time<br>zone | NO  | Fecha hora de la última actualización del registro |

|       |                         |                 |                                |     |   |
|-------|-------------------------|-----------------|--------------------------------|-----|---|
| 7     | dispositivos_iot        | lastChangedBy   | character<br>varying           | NO  | Usuario de la última actualización del registro |
| 8     | dispositivos_iot        | internalComment | character<br>varying           | YES | Comentario                                      |
| 9     | dispositivos_iot        | noSerie         | character<br>varying           | NO  | Numero identificador del dispositivo            |
| 10    | dispositivos_iot        | contenedorId    | uuid                           | YES | Llave foránea del contenedor                    |
| <hr/> |                         |                 |                                |     |   |
| 1     | distancias_contenedores | id              | uuid                           | NO  | Llave primaria de la tabla                      |
| 2     | distancias_contenedores | isActive        | boolean                        | NO  | Evalúa si el registro esta activo               |
| 3     | distancias_contenedores | isArchived      | boolean                        | NO  | Evalúa si el registro se encuentra archivado    |
| 4     | distancias_contenedores | createDateTime  | timestamp<br>with time<br>zone | NO  | Fecha hora de creación del registro             |
| 5     | distancias_contenedores | createdBy       | character<br>varying           | NO  | Usuario de creación del registro                |

|           |                         |                     |                                |     |  |
|-----------|-------------------------|---------------------|--------------------------------|-----|--|
| <b>6</b>  | distancias_contenedores | lastChangedDateTime | timestamp<br>with time<br>zone | NO  | Fecha hora de la última actualización del registro         |
| <b>7</b>  | distancias_contenedores | lastChangedBy       | character<br>varying           | NO  | Usuario de la última actualización del registro            |
| <b>8</b>  | distancias_contenedores | internalComment     | character<br>varying           | YES | Comentario   |
| <b>9</b>  | distancias_contenedores | distancia           | numeric                        | NO  | Distancia en metros de contenedor origen al destino        |
| <b>10</b> | distancias_contenedores | contenedorOrigenId  | uuid                           | YES | Llave foránea del contenedor origen                        |
| <b>11</b> | distancias_contenedores | contenedorDestinoId | uuid                           | YES | Llave foránea del contenedor destino                       |
| <b>12</b> | distancias_contenedores | distanciaStr        | character<br>varying           | NO  | Distancia en letras de contenedor origen al destino        |
| <b>13</b> | distancias_contenedores | duracion            | numeric                        | NO  | Duración en segundos desde el contenedor origen al destino |

|           |                         |                     |                                |     |  |
|-----------|-------------------------|---------------------|--------------------------------|-----|--|
| <b>14</b> | distancias_contenedores | duracionStr         | character<br>varying           | NO  | Duración en letras desde el contenedor origen al destino |
| <b>1</b>  | lecturas                | id                  | uuid                           | NO  | Llave primaria de la tabla                               |
| <b>2</b>  | lecturas                | isActive            | boolean                        | NO  | Evalúa si el registro esta activo                        |
| <b>3</b>  | lecturas                | isArchived          | boolean                        | NO  | Evalúa si el registro se encuentra archivado             |
| <b>4</b>  | lecturas                | createDateTime      | timestamp<br>with time<br>zone | NO  | Fecha hora de creación del registro                      |
| <b>5</b>  | lecturas                | createdBy           | character<br>varying           | NO  | Usuario de creación del registro                         |
| <b>6</b>  | lecturas                | lastChangedDateTime | timestamp<br>with time<br>zone | NO  | Fecha hora de la última actualización del registro       |
| <b>7</b>  | lecturas                | lastChangedBy       | character<br>varying           | NO  | Usuario de la última actualización del registro          |
| <b>8</b>  | lecturas                | internalComment     | character<br>varying           | YES | Comentario   |

|           |          |                     |                                |     |   |
|-----------|----------|---------------------|--------------------------------|-----|---|
| <b>10</b> | lecturas | dispositivoIoTId    | uuid                           | YES | Llave foránea del dispositivo iot que está realizando la lectura del sensor |
| <b>11</b> | lecturas | tipoSensorId        | uuid                           | YES | Llave foránea al tipo de sensor que realiza la lectura                      |
| <b>12</b> | lecturas | lectura             | numeric                        | NO  | Valor de la lectura   |
| <b>1</b>  | perfiles | id                  | uuid                           | NO  | Llave primaria de la tabla  |
| <b>2</b>  | perfiles | isActive            | boolean                        | NO  | Evalúa si el registro esta activo   |
| <b>3</b>  | perfiles | isArchived          | boolean                        | NO  | Evalúa si el registro se encuentra archivado                                |
| <b>4</b>  | perfiles | createDateTime      | timestamp<br>with time<br>zone | NO  | Fecha hora de creación del registro   |
| <b>5</b>  | perfiles | createdBy           | character<br>varying           | NO  | Usuario de creación del registro  |
| <b>6</b>  | perfiles | lastChangedDateTime | timestamp<br>with time<br>zone | NO  | Fecha hora de la última actualización del registro                          |

|   |          |                     |                                |     |  |
|---|----------|---------------------|--------------------------------|-----|--|
| 7 | perfiles | lastChangedBy       | character<br>varying           | NO  | Usuario de la última actualización del registro    |
| 8 | perfiles | internalComment     | character<br>varying           | YES | Comentario   |
| 9 | perfiles | descripción         | character<br>varying           | NO  | Descripción que identifica al perfil               |
| 1 | rutas    | id                  | uuid                           | NO  | Llave primaria de la tabla                         |
| 2 | rutas    | isActive            | boolean                        | NO  | Evalúa si el registro esta activo                  |
| 3 | rutas    | isArchived          | boolean                        | NO  | Evalúa si el registro se encuentra archivado       |
| 4 | rutas    | createDateTime      | timestamp<br>with time<br>zone | NO  | Fecha hora de creación del registro                |
| 5 | rutas    | createdBy           | character<br>varying           | NO  | Usuario de creación del registro                   |
| 6 | rutas    | lastChangedDateTime | timestamp<br>with time<br>zone | NO  | Fecha hora de la última actualización del registro |

|   |                    |                     |                                |     |  |
|---|--------------------|---------------------|--------------------------------|-----|--|
| 7 | rutas              | lastChangedBy       | character<br>varying           | NO  | Usuario de la última actualización del registro    |
| 8 | rutas              | internalComment     | character<br>varying           | YES | Comentario   |
| 9 | rutas              | camionId            | uuid                           | YES | Llave foránea del camión que realiza la ruta       |
| 1 | rutas_contenedores | id                  | uuid                           | NO  | Llave primaria de la tabla                         |
| 2 | rutas_contenedores | isActive            | boolean                        | NO  | Evalúa si el registro esta activo                  |
| 3 | rutas_contenedores | isArchived          | boolean                        | NO  | Evalúa si el registro se encuentra archivado       |
| 4 | rutas_contenedores | createDateTime      | timestamp<br>with time<br>zone | NO  | Fecha hora de creación del registro                |
| 5 | rutas_contenedores | createdBy           | character<br>varying           | NO  | Usuario de creación del registro                   |
| 6 | rutas_contenedores | lastChangedDateTime | timestamp<br>with time<br>zone | NO  | Fecha hora de la última actualización del registro |

|       |                    |                 |                                |     |   |
|-------|--------------------|-----------------|--------------------------------|-----|---|
| 7     | rutas_contenedores | lastChangedBy   | character<br>varying           | NO  | Usuario de la última actualización del registro |
| 8     | rutas_contenedores | internalComment | character<br>varying           | YES | Comentario                                      |
| 9     | rutas_contenedores | rutaId          | uuid                           | YES | Llave foránea de la ruta                        |
| 10    | rutas_contenedores | contenedorId    | uuid                           | YES | Llave foránea del contenedor                    |
| 11    | rutas_contenedores | orden           | integer                        | NO  | Orden en que iría al contenedor                 |
| <hr/> |                    |                 |                                |     |   |
| 1     | tipos_camiones     | id              | uuid                           | NO  | Llave primaria de la tabla                      |
| 2     | tipos_camiones     | isActive        | boolean                        | NO  | Evalúa si el registro esta activo               |
| 3     | tipos_camiones     | isArchived      | boolean                        | NO  | Evalúa si el registro se encuentra archivado    |
| 4     | tipos_camiones     | createDateTime  | timestamp<br>with time<br>zone | NO  | Fecha hora de creación del registro             |
| 5     | tipos_camiones     | createdBy       | character<br>varying           | NO  | Usuario de creación del registro                |

|           |                    |                     |                                |     |  |
|-----------|--------------------|---------------------|--------------------------------|-----|--|
| <b>6</b>  | tipos_camiones     | lastChangedDateTime | timestamp<br>with time<br>zone | NO  | Fecha hora de la última actualización del registro |
| <b>7</b>  | tipos_camiones     | lastChangedBy       | character<br>varying           | NO  | Usuario de la última actualización del registro    |
| <b>8</b>  | tipos_camiones     | internalComment     | character<br>varying           | YES | Comentario   |
| <b>9</b>  | tipos_camiones     | descripcion         | character<br>varying           | NO  | Descripción que identifica al tipo de camión       |
| <b>11</b> | tipos_camiones     | cantidadMetros      | numeric                        | NO  | Cantidad de metros que permite en su contenedor    |
| <b>1</b>  | tipos_contenedores | id                  | uuid                           | NO  | Llave primaria de la tabla                         |
| <b>2</b>  | tipos_contenedores | isActive            | boolean                        | NO  | Evalúa si el registro esta activo                  |
| <b>3</b>  | tipos_contenedores | isArchived          | boolean                        | NO  | Evalúa si el registro se encuentra archivado       |

|           |                    |                     |                                |     |  |
|-----------|--------------------|---------------------|--------------------------------|-----|--|
| <b>4</b>  | tipos_contenedores | createDateTime      | timestamp<br>with time<br>zone | NO  | Fecha hora de creación del registro                |
| <b>5</b>  | tipos_contenedores | createdBy           | character<br>varying           | NO  | Usuario de creación del registro                   |
| <b>6</b>  | tipos_contenedores | lastChangedDateTime | timestamp<br>with time<br>zone | NO  | Fecha hora de la última actualización del registro |
| <b>7</b>  | tipos_contenedores | lastChangedBy       | character<br>varying           | NO  | Usuario de la última actualización del registro    |
| <b>8</b>  | tipos_contenedores | internalComment     | character<br>varying           | YES | Comentario   |
| <b>9</b>  | tipos_contenedores | descripción         | character<br>varying           | NO  | Descripción que identifica al tipo de contenedor   |
| <b>10</b> | tipos_contenedores | dimensiones         | character<br>varying           | NO  | Dimensiones en metros del contenedor               |
| <b>12</b> | tipos_contenedores | cantidadMetros      | numeric                        | NO  | Cantidad de metros que permite en su contenedor    |

---

|          |                |                     |                                |     |  |
|----------|----------------|---------------------|--------------------------------|-----|--|
| <b>1</b> | tipos_sensores | id                  | uuid                           | NO  | Llave primaria de la tabla                         |
| <b>2</b> | tipos_sensores | isActive            | boolean                        | NO  | Evalúa si el registro esta activo                  |
| <b>3</b> | tipos_sensores | isArchived          | boolean                        | NO  | Evalúa si el registro se encuentra archivado       |
| <b>4</b> | tipos_sensores | createDateTime      | timestamp<br>with time<br>zone | NO  | Fecha hora de creación del registro                |
| <b>5</b> | tipos_sensores | createdBy           | character<br>varying           | NO  | Usuario de creación del registro                   |
| <b>6</b> | tipos_sensores | lastChangedDateTime | timestamp<br>with time<br>zone | NO  | Fecha hora de la última actualización del registro |
| <b>7</b> | tipos_sensores | lastChangedBy       | character<br>varying           | NO  | Usuario de la última actualización del registro    |
| <b>8</b> | tipos_sensores | internalComment     | character<br>varying           | YES | Comentario   |
| <b>9</b> | tipos_sensores | descripción         | character<br>varying           | NO  | Descripción que identifica al tipo de sensor       |

---

|          |          |                     |                                |     |  |
|----------|----------|---------------------|--------------------------------|-----|--|
| <b>1</b> | usuarios | id                  | uuid                           | NO  | Llave primaria de la tabla                         |
| <b>2</b> | usuarios | isActive            | boolean                        | NO  | Evalúa si el registro esta activo                  |
| <b>3</b> | usuarios | isArchived          | boolean                        | NO  | Evalúa si el registro se encuentra archivado       |
| <b>4</b> | usuarios | createDateTime      | timestamp<br>with time<br>zone | NO  | Fecha hora de creación del registro                |
| <b>5</b> | usuarios | createdBy           | character<br>varying           | NO  | Usuario de creación del registro                   |
| <b>6</b> | usuarios | lastChangedDateTime | timestamp<br>with time<br>zone | NO  | Fecha hora de la última actualización del registro |
| <b>7</b> | usuarios | lastChangedBy       | character<br>varying           | NO  | Usuario de la última actualización del registro    |
| <b>8</b> | usuarios | internalComment     | character<br>varying           | YES | Comentario   |
| <b>9</b> | usuarios | username            | character<br>varying           | NO  | Nombre del usuario                                 |

|    |          |          |                      |     |                                   |
|----|----------|----------|----------------------|-----|-----------------------------------|
| 10 | usuarios | password | character<br>varying | NO  | Contraseña del usuario            |
| 11 | usuarios | email    | character<br>varying | NO  | Correo electrónico del<br>usuario |
| 12 | usuarios | perfilId | uuid                 | YES | Llave foránea del perfil          |

---

### 6.7 Formato de pantallas para las E/S de datos del sistema

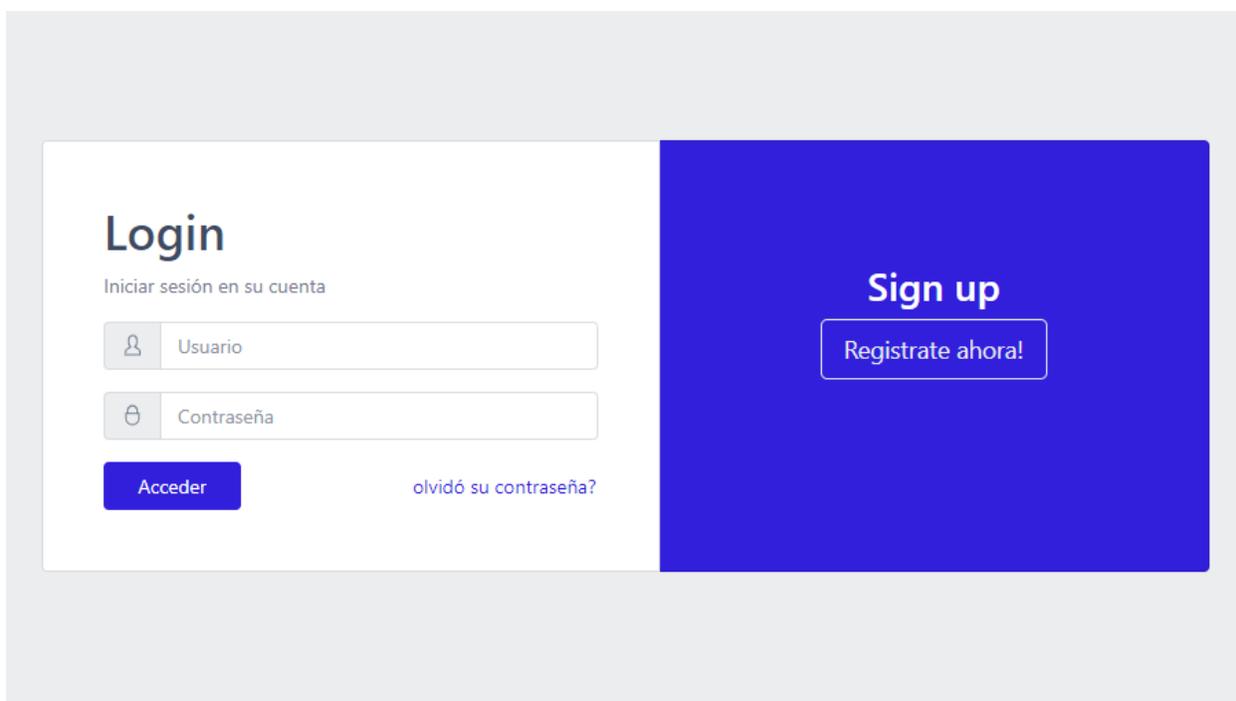


Figura 9. Pantalla login del sistema de recolección de basura mediante sensores e IoT.

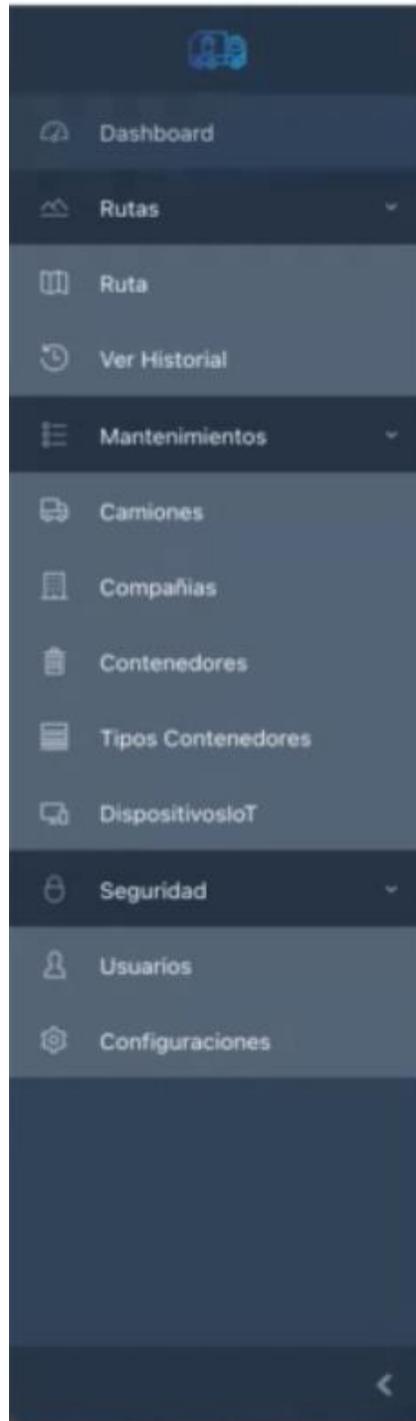


Figura 10. Menú principal del sistema de recolección de basura mediante sensores e IoT.

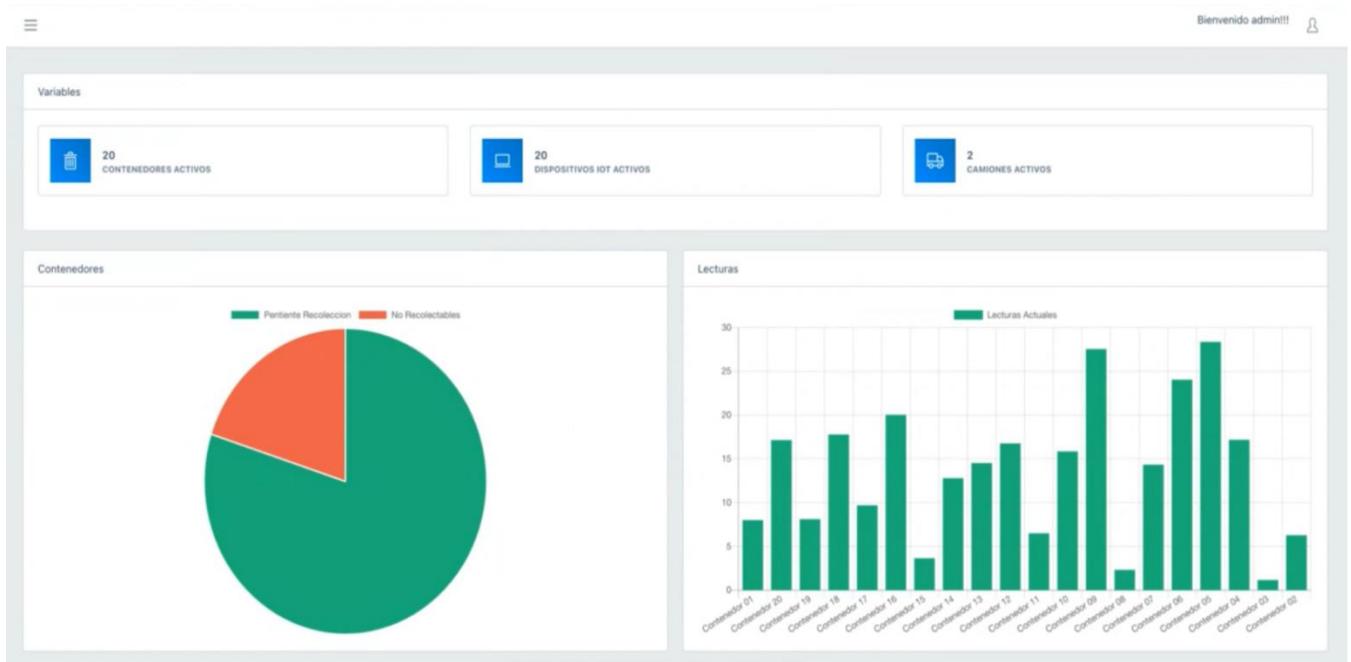


Figura 11. Pantalla de inicio del sistema de recolección de basura mediante sensores e IoT.

**Camiones**

Filter: type string... Items per page: 5

| Descripción | Marca | Modelo | Placa   | Color  | Tipo Camion           | Estatus |                                     |
|-------------|-------|--------|---------|--------|-----------------------|---------|-------------------------------------|
| CAMION-02   | KIA   | BA15   | A141231 | VERDE  | Tipo Camion de prueba | Activo  | <a href="#">✎</a> <a href="#">✖</a> |
| CAMION-01   | KIA   | BA13   | A123941 | BLANCO | Tipo Camion de prueba | Activo  | <a href="#">✎</a> <a href="#">✖</a> |

Figura 12. Pantalla camiones del sistema de recolección de basura mediante sensores e IoT.

☰ Bienvenido admin!!!

### Camion

Datos c4c71155-22d3-4b09-889d-e98b339934f7

|                       |  |                 |  |
|-----------------------|--|-----------------|--|
| Nombre del Contenedor | <input type="text" value="CAMION-02"/> | Año Fabricacion | <input type="text" value="2015"/>                  |
| Placa                 | <input type="text" value="A141231"/>   | Color           | <input type="text" value="VERDE"/>                 |
| Marca                 | <input type="text" value="KIA"/>       | Tipo Camion     | <input type="text" value="Tipo Camion de prueba"/> |
| Modelo                | <input type="text" value="BA15"/>      | Compañia        | <input type="text" value="Camiones SRL"/>          |
| Activo                | <input checked="" type="checkbox"/>    |                 |  |

Auditoria

Figura 13. Pantalla camiones del sistema de recolección de basura mediante sensores e IoT.

☰ Bienvenido admin!!!

### Contenedores

Filter:  Items per page: 5

| Nombre Contenedor | Gps Altitude | Gps Latitude | Estatus | Accion                |
|-------------------|--------------|--------------|---------|-----------------------|
| Contenedor 04     | -69.841385   | 18.496606    | Activo  | Pendiente Recoleccion |
| Contenedor 06     | -69.838602   | 18.489481    | Activo  | No Recolectable       |
| Contenedor 08     | -69.8442     | 18.486027    | Activo  | Pendiente Recoleccion |
| Contenedor 12     | -69.847262   | 18.49635     | Activo  | Pendiente Recoleccion |
| Contenedor 16     | -69.840669   | 18.50075     | Activo  | No Recolectable       |

Figura 14. Pantalla contenedores del sistema de recolección de basura mediante sensores e IoT.

| Tipos Contenedores                                  |             |                         |  |
|---|-------------|-------------------------|--|
| Filter: <input type="text" value="type string..."/> |             |                         | Items per page: 5  |
| Tipo Contenedor                                     | Dimensiones | Cant. Metros Contenedor | Estatus  |
| Contenedor 30 x 11                                  | 30cm x 11cm | 0.30                    | Activo   |

Figura 15. Pantalla tipos contenedores del sistema de recolección de basura mediante sensores e IoT.

| Dispositivos IoT  |                             |         |   |
|---|-----------------------------|---------|---|
| Filter: <input type="text" value="type string..."/>   |                             |         | Items per page: 5   |
| Serie Dispositivo   | Fecha Ultima Lectura Sensor | Estatus |   |
| C01-SDE   | 2021-08-25T13:23:47.204Z    | Activo  |   |
| C20-SDE   | 2021-08-24T18:43:12.544Z    | Activo  |   |
| C19-SDE   | 2021-08-24T18:43:12.294Z    | Activo  |   |
| C18-SDE   | 2021-08-24T18:43:12.049Z    | Activo  |   |
| C17-SDE   | 2021-08-24T18:43:11.754Z    | Activo  |   |
| <div style="display: flex; align-items: center;"> <span>«</span> <span>&lt;</span> <span style="background-color: #007bff; color: white; padding: 2px 5px;">1</span> <span style="padding: 2px 5px;">2</span> <span style="padding: 2px 5px;">3</span> <span style="padding: 2px 5px;">4</span> <span>&gt;</span> <span>»</span> </div> |                             |         |   |

Figura 16. Pantalla dispositivo IoT del sistema de recolección de basura mediante sensores e IoT.

| Serie Dispositivo | Tipo Sensor | Fecha Lectura            | Valor |
|-------------------|-------------|--------------------------|-------|
| C01-SDE           | Proximidad  | 2021-08-23T18:11:40.098Z | 168   |
| C01-SDE           | Proximidad  | 2021-08-23T18:12:31.565Z | 4     |
| C01-SDE           | Proximidad  | 2021-08-23T18:13:22.952Z | 4     |
| C01-SDE           | Proximidad  | 2021-08-23T18:14:14.373Z | 4     |
| C01-SDE           | Proximidad  | 2021-08-23T18:14:27.987Z | 34    |

Figura 17. Pantalla de lectura del dispositivo IoT del sistema de recolección de basura mediante sensores e IoT.

| Camion    | Marca | Placa   | Fecha Ruta               | Estatus |
|-----------|-------|---------|--------------------------|---------|
| CAMION-01 | KIA   | A123941 | 2021-08-24T20:29:27.567Z | Activo  |
| CAMION-02 | KIA   | A141231 | 2021-08-24T20:29:27.609Z | Activo  |

Figura 18. Pantalla rutas del sistema de recolección de basura mediante sensores e IoT.

Bienvenido admin!!!

### Rutas

Filter:  Generar Ruta

Items per page: 5

| Camion    | Marca | Placa   | Fecha Ruta               | Estatus |  |
|-----------|-------|---------|--------------------------|---------|--|
| CAMION-01 | KIA   | A123941 | 2021-08-25T13:25:21.783Z | Activo  |  |
| CAMION-02 | KIA   | A141231 | 2021-08-25T13:25:21.801Z | Activo  |  |

#### Ruta A Seguir

- 1 - Contenedor 03 - Calle 23 Esquina Dr. Octavio Mejia Ricart
- 2 - Contenedor 20 - C. 4ta Santo Domingo Este
- 3 - Contenedor 04 - Save Internet Center
- 4 - Contenedor 07 - C. Pompeya Santo Domingo Este 11506
- 5 - Contenedor 08 - C. Jardines del Este Santo Domingo Este 11506
- 6 - Contenedor 10 - Calle Dr. Octavio Mejia Ricart 328-318 Santo Domingo Este 11506
- 7 - Contenedor 11 - Colmado Las 4 Hermanas F5V2+PFV Santo Domingo Este

Figura 19. Pantalla al generar ruta del sistema de recolección de basura mediante sensores e IoT.

Bienvenido admin!!!

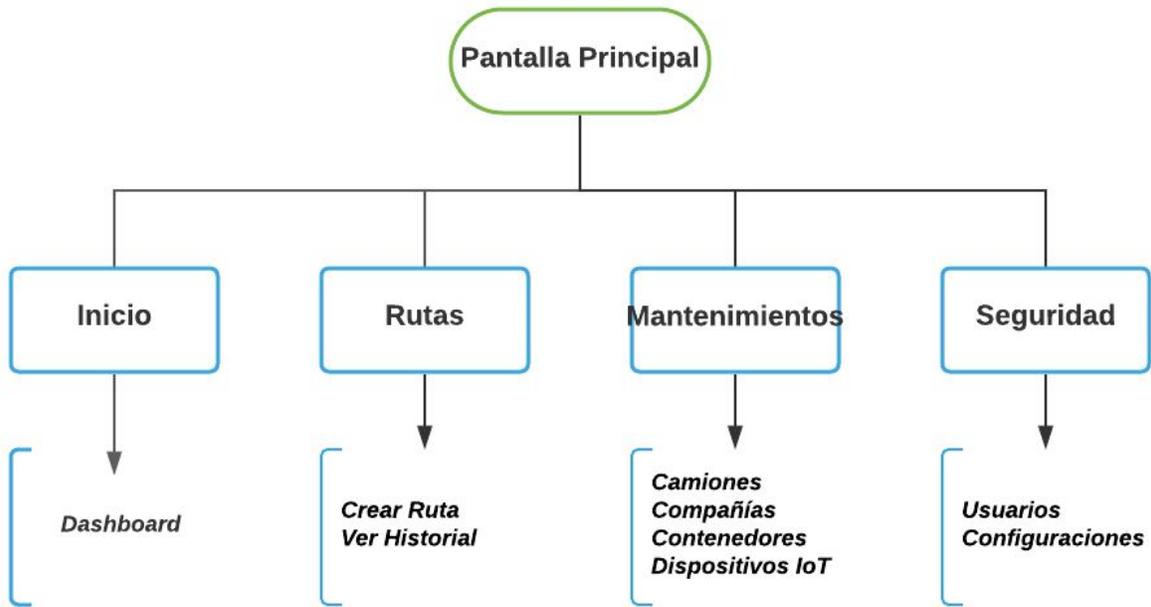
#### Ruta A Seguir

- 1 - Contenedor 17 - C. Club Activo 20-30 Santo Domingo Este 11506
- 2 - Contenedor 15 - Corporaciones Occidental Dorado S.R.L Santo Domingo Este 11510
- 3 - Contenedor 14 - Alma Rosa Santo Domingo Este
- 4 - Contenedor 01 - Calle 23 Esquina Dr. Octavio Mejia Ricart
- 5 - Contenedor 13 - C. Jose Cabrera 19 Santo Domingo Este
- 6 - Contenedor 19 - Los Trinitarios Santo Domingo Este
- 7 - Contenedor 18 - C. 3ra 14-28 Santo Domingo Este
- 8 - Contenedor 02 - Calle 23 Esquina Dr. Octavio Mejia Ricart

The map displays the city of Santo Domingo Este with various neighborhoods labeled. A collection route is plotted, starting at stop 1 (Club Activo) and ending at stop 8 (Calle 23 Esquina Dr. Octavio Mejia Ricart). The route is marked with red pins and a blue line. Other visible neighborhoods include Alma Rosa, La Bomba Vieja, and Residencial Amalia.

Figura 20. Pantalla al generar ruta del sistema de recolección de basura mediante sensores e IoT.

## 6.8 Diagrama jerárquico de programas y/o menús principales



## 6.9 Seguridad y Control

El sistema cuenta con un modo de autenticación de nombre de usuario y contraseña que otorga el acceso al portal web, la contraseña se guarda en la base de datos utilizando una encriptación tipo hash que no permite ingeniería inversa para su visualización. Cada usuario está asociado a un perfil que determina los accesos dentro de la aplicación.

Para la comunicación con el backend al momento de la autenticación este genera un token de tipo JSON Web Token (JWT), el mismo cuenta con un mecanismo de firma de que permite validar la autenticidad por parte del backend, este es enviado directamente a las cookies del frontend y permite que cada acción realizada en el backend sea bajo una autenticación previa.

Este token tiene un periodo de inactividad de 15 minutos, que tras transcurrido ese tiempo el mismo no puede ser utilizado y requiere una nueva acción de autenticación por parte del usuario para generar un nuevo token.

## **6.10 Especificaciones generales de programas**

### **1. Requisitos Generales del sistema:**

No hay requerimientos especiales, solo contar con un explorador web por el cual acceder a la plataforma (Chrome, Internet Explorer 11, Edge, etc.).

### **2. Interfaz de Usuario:**

Basado en menú principal.

### **3. Manejo de Error:**

Los errores son manejados a nivel de aplicación.

### **4. Idioma:**

Español.

### **5. Equipo Requerido:**

Navegador web, puede ser accedido desde computador o celular.

### **6. Disponibilidad:**

No requiere de Software adicional para su funcionamiento.

### **7. Manejo de Roles:**

Los roles fueron predeterminados en el sistema con permisos específicos asociados a cada uno.

## 6.11 Descripción de programas

### 6.11.1 Tecnología de desarrollo a utilizar

Este proyecto ha sido desarrollado de manera responsive para hacer posible la visualización en diversos dispositivos tecnológicos logrando utilizar las siguientes tecnologías en las diferentes partes del proyecto:

- **Base de Datos:** Postgres

Postgres es un sistema de gestión de base de datos relacional (RDBMS) de código abierto manejado por una comunidad de Developers denominada PostgreSQL Global Development Group (PGDG). Utiliza el estándar Structured Query Language (SQL) para el manejo de la información. Cuenta con todas las propiedades de bases de datos como SQL Server y Oracle como son: Stored Procedures, Functions, Triggers, Views, entre otras.

- **Back-end:** Nest JS, Typescript

Nest JS es un framework informático administrado, gratuito y de código abierto para los sistemas operativos Windows, Linux y macOS. Este se encuentra basado en la tecnología de Node JS para el desarrollo de aplicaciones utilizando como lenguaje Typescript que a diferencia de Javascript permite un mejor manejo de Programación Orientada a Objetos (POO) dado que es un lenguaje con mayores restricciones de tipado de objetos y variables. El proyecto es desarrollado bajo la Licencia MIT de código libre.

- **Front-end:** VueJs

Es un marco progresivo para construir interfaces de usuario. A diferencia de otros marcos monolíticos, Vue está diseñado desde cero para ser adoptable de forma incremental. La biblioteca principal se centra solo en la capa de vista y es fácil de recoger e integrar con otras bibliotecas o proyectos existentes. Por otro lado, Vue también es perfectamente capaz de impulsar aplicaciones sofisticadas de una sola página cuando se usa en combinación con herramientas modernas y bibliotecas de soporte.

### 6.12 Cronograma de actividades para el desarrollo del sistema (en MS Project)

Tabla 8. Diagrama de Gantt, Planificación del Proyecto.

| ID             | Tareas                                     | Duración | Inicio               | Final                | Semana 1 | Semana 2 | Semana 3 | Semana 4 | Semana 5 | Semana 6 | Semana 7 | Semana 8 | Semana 9 | Semana 10 | Semana 11 | Semana 12 | Semana 13 | Semana 14 | Semana 15 | Semana 16 | Semana 17 |
|----------------|--|----------|----------------------|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Requerimientos |  |          |                      |                      |          |          |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           |           |           |           |           |           |
| 1              | Investigación preliminar                   | 8 días   | Lunes 10 de mayo     | Lunes 17 de mayo     |          |          |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           |           |           |           |           |           |
| 2              | Reunión de levantamiento de requerimientos | 2 días   | Martes 18 de mayo    | Miércoles 19 de mayo |          |          |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           |           |           |           |           |           |
| 3              | Documentar requerimientos                  | 6 días   | Jueves 20 de mayo    | Martes 25 de mayo    |          |          |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           |           |           |           |           |           |
| 4              | Revisión de requerimientos                 | 3 días   | Miércoles 26 de mayo | Viernes 28 de mayo   |          |          |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Diseño         |  |          |                      |                      |          |          |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           |           |           |           |           |           |
| 5              | Diseño de diagramas                        | 6 días   | Lunes 31 de mayo     | Sábado 5 de junio    |          |          |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           |           |           |           |           |           |
| 6              | Selección de tecnologías                   | 2 días   | Lunes 7 de junio     | Martes 8 de junio    |          |          |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           |           |           |           |           |           |
| 7              | Diseño de pantallas                        | 20 días  | Miércoles 9 de junio | Lunes 28 de junio    |          |          |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           |           |           |           |           |           |

|            |                                |         |                    |                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------------|--------------------------------|---------|--------------------|-----------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Desarrollo |                                |         |                    |                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8          | Desarrollo de la Base de Datos | 18 días | Lunes 21 de junio  | Jueves 8 de julio     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9          | Desarrollo del API             | 45 días | Lunes 28 de junio  | Miércoles 4 de agosto |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10         | Desarrollo del entorno web     | 25 días | Martes 20 de junio | Viernes 13 de agosto  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Validación |                                |         |                    |                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11         | Pruebas de humo                | 8 días  | Lunes 16 de agosto | Domingo 22 de agosto  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Entrega    |                                |         |                    |                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 12         | Documentación                  | 5 días  | Lunes 23 de agosto | Viernes 27 de agosto  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

## **Conclusiones**

De acuerdo con Sameh Wahba, director de Desarrollo Urbano y Territorial, Gestión de Riesgos de Desastres, y Resiliencia del Banco Mundial confirmo que la gestión inadecuada de los desechos está produciendo la contaminación de los océanos del mundo, obstruyendo los drenajes y causando inundaciones, transmitiendo enfermedades, aumentando las afecciones respiratorias por causa de la quema, perjudicando a los animales que consumen desperdicios, y afectando el desarrollo económico.

Como resultado de la investigación estadística presentada, es evidente la urgente demanda por parte de los ciudadanos del gran Santo Domingo y otras ciudades de disponer de una herramienta que contribuya a la reducción del acumulo de desechos sólidos, de eficientizar la recolecta de residuos sólidos y poseer una recolecta más frecuente en sus sectores.

El funcionamiento del sistema de recolección de basura mediante sensores e IoT, permite indicar una ruta más eficiente a la cual cada camión debe dirigirse evitando que sean dirigidos a contenedores que no contengan residuos o que la recolecta pueda realizarse en un intervalo de tiempo más tarde, manejando tecnología de vanguardia tal como el sistema de posicionamiento global (GPS). Al momento de unir estas tecnologías con dispositivos tecnológicos es posible obtener una notable variante de satisfacción de los ciudadanos por incluir en la sociedad una plataforma que les permita colaborar con el reducimiento de desechos sólidos y por lo tanto graduar las cifras estadísticas de una de las problemáticas más excesivas e incontrolable de los últimos tiempos.

## Lista de Referencias

N. (2019, 27 noviembre). *Cómo las ciudades usan la tecnología para resolver sus problemas de basura*. CNN. <https://cnnespanol.cnn.com/2019/11/27/como-las-ciudades-usan-la-tecnologia-para-resolver-sus-problemas-de-basura/>

Sampieri, R. H., Collado, C. F., Lucio, P. B., Valencia, S. M., & Torres, C. P. M. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill Education.

BBC News Mundo. (2019, 8 julio). «Crisis mundial de la basura»: 3 cifras impactantes sobre el rol de Estados Unidos. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-48914734>

BBC News Mundo. (2018, 9 octubre). *Los 10 países que más y menos basura generan en América Latina (y cómo se sitúan a nivel mundial)*. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-45755145>

*Convivir con basura: el futuro que no queremos*. (2019, 6 marzo). World Bank. <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2019/03/06/convivir-con-basura-el-futuro-que-no-queremos>

faunadiseno.com. (2014, 28 mayo). *¿Cómo se clasifican los residuos?* Nuestra Esfera. <http://nuestraesfera.cl/zoom/como-se-clasifican-los-residuos/>

U. (2015, 24 febrero). *Los desechos sólidos en la República Dominicana: su proceso y destino final*. <http://www.opd.org.do/index.php/analisis-gobiernolocal/1915-los-desechos-solidos-en-la-republica-dominicana-su-proceso-y-destino-final>

Flores, J. (2020, 16 octubre). *La basura sigue siendo un problema en el Gran Santo Domingo*. listindiario.com. <https://listindiario.com/la-republica/2020/10/16/639711/la-basura-sigue-siendo-un-problema-en-el-gran-santo-domingo>

Kangasmäki, J. (2020, 22 abril). *Ahogádonos en basura – Caso Santo Domingo, República Dominicana*. Woima Corporation. <https://woimacorporation.com/ahogandonos-en-basura-caso-santo-domingo-republica-dominicana/>

Luis Jiménez, Jenny Torres, David Arbona, María Burgos y Leidy Ventura. (2020, mayo). *De lo establecido a lo percibido: residuos sólidos en Santo Domingo y el Distrito Nacional*. <http://www.ciudadalternativa.org.do/wp-content/uploads/2020/06/De-lo-establecido-a-lo-percibido-residuos-s%C3%B3lidos-en-Santo-Domingo-y-el-Distrito-Nacional.pdf>

Banco Interamericano de Desarrollo y la Organización Panamericana, Rossin, A., & Zepeda, F. (1997, 20 julio). *DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE*. Inter-American Development Bank. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Diagn%C3%B3stico-de-la-situaci%C3%B3n-del-manejo-de-residuos-s%C3%B3lidos-municipales-en-Am%C3%A9rica-Latina-y-el-Caribe.pdf>

## Apéndice

Tabla A-1. ¿Cuál es su rango de edad?

| ¿Cuál es su rango de edad? |                     |                     |
|----------------------------|---------------------|---------------------|
| Datos                      | Frecuencia Absoluta | Frecuencia Relativa |
| 18 a 35 años               | 81                  | 90%                 |
| 35 a 50 años               | 8                   | 8.9%                |
| 50 a 75 años               | 1                   | 1.1%                |
| Mayor de 75 años           | 0                   | 0%                  |
| <b>Total</b>               | <b>90</b>           | <b>100%</b>         |

Fuente: Elaborado en base a resultado de la aplicación de la encuesta por los sustentantes.

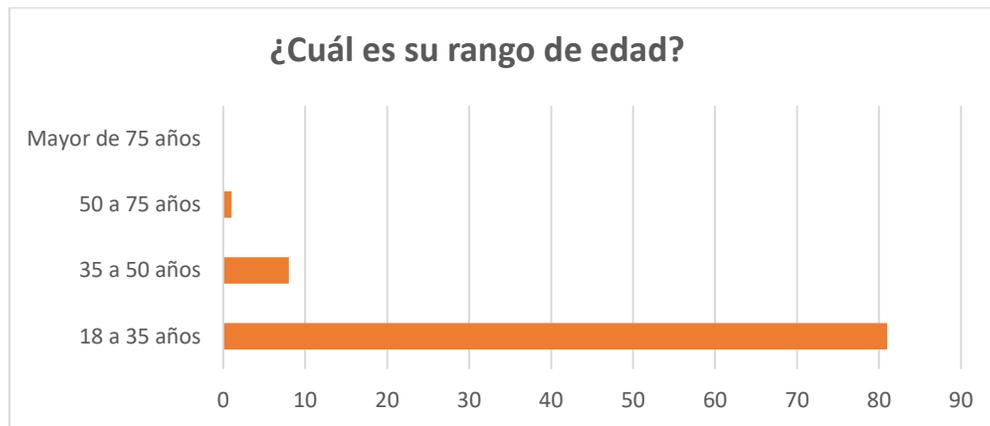


Figura A- 1. Gráfico del rango de edad.

Elaborado en base a resultado de la aplicación de la encuesta.

### Interpretación

De acuerdo con los 90 resultados obtenidos más del 90% posee edades en el intervalo entre 18 a 35 años, 8.9% de 35 a 50 años y 1.1% de 50 a 75 años.

Tabla A-2. ¿Tienes hijos?

| ¿Tienes hijos? |                     |                     |
|----------------|---------------------|---------------------|
| Datos          | Frecuencia Absoluta | Frecuencia Relativa |
| No             | 64                  | 71.9%               |
| Si             | 25                  | 28.1%               |
| <b>Total</b>   | <b>89</b>           | <b>99.9%</b>        |

Fuente: Elaborado en base a resultado de la aplicación de la encuesta por los sustentantes.



Figura A- 2. Gráfico si tiene hijos.

Elaborado en base a resultado de la aplicación de la encuesta.

### Interpretación

De acuerdo con los 90 resultados obtenidos más del 70% no tiene hijos y más del 28% si tienen hijos.

Tabla A-3. ¿Cuál es su Ciudad?

| ¿Cuál es su Ciudad? |                     |                     |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| Datos               | Frecuencia Absoluta | Frecuencia Relativa |
| Distrito Nacional   | 22                  | 24.4%               |
| Santo Domingo Norte | 9                   | 9%                  |
| Santo Domingo Este  | 29                  | 32.2%               |
| Santo Domingo Oeste | 15                  | 16.7%               |
| Otro                | 15                  | 16.7%               |
| <b>Total</b>        | <b>90</b>           | <b>100%</b>         |

Fuente: Elaborado en base a resultado de la aplicación de la encuesta por los sustentantes.



Figura A- 3. Gráfico cuál es su ciudad.

Elaborado en base a resultado de la aplicación de la encuesta.

### Interpretación

De acuerdo con los 90 resultados obtenidos más del 30% de ciudadanos vive en la ciudad de Santo Domingo Este, más del 24% en el Distrito Nacional, un 16% viven en Santo Domingo, otro 16% vive en otras ciudades y un 9% en Santo Domingo Norte.

Tabla A-4. ¿Cuál es su sector de Residencia?

| ¿Cuál es su sector de Residencia? |                     |                     |
|-----------------------------------|---------------------|---------------------|
| Datos                             | Frecuencia Absoluta | Frecuencia Relativa |
| Centro de los Héroes              | 2                   | 2.2%                |
| Bella Vista                       | 2                   | 2.2%                |
| Managuayabo                       | 5                   | 5.6%                |
| Villa Consuelo                    | 4                   | 4.4%                |
| Km. 14                            | 4                   | 4.4%                |
| Sabana Perdida                    | 4                   | 4.4%                |
| Las Américas                      | 3                   | 3.3%                |
| Los Tres Ojos                     | 3                   | 3.3%                |
| Villa Mella                       | 3                   | 3.3%                |
| Cristo Rey                        | 2                   | 2.2%                |
| Ensanche Luperón                  | 2                   | 2.2%                |
| Alma Rosa                         | 2                   | 2.2%                |
| Enriquillo                        | 2                   | 2.2%                |
| 30 de mayo                        | 1                   | 1.1%                |
| Altos de Arroyo Hondo             | 1                   | 1.1%                |
| Ciudad Universitaria              | 1                   | 1.1%                |
| Gazcue                            | 1                   | 1.1%                |
| Jardín Botánico                   | 1                   | 1.1%                |
| La Esperilla                      | 1                   | 1.1%                |
| Los Cacicazgos                    | 1                   | 1.1%                |

|                            |           |             |
|----------------------------|-----------|-------------|
| Nuevo Arroyo Hondo         | 1         | 1.1%        |
| Piantini                   | 1         | 1.1%        |
| Renacimiento               | 1         | 1.1%        |
| Simón Bolívar              | 1         | 1.1%        |
| Villa Francisca            | 1         | 1.1%        |
| Ensanche Ozama             | 1         | 1.1%        |
| Villa Faro                 | 1         | 1.1%        |
| Mendoza                    | 1         | 1.1%        |
| Los Mameyes                | 1         | 1.1%        |
| La isabelita               | 1         | 1.1%        |
| Los Mina Sur               | 1         | 1.1%        |
| Zona Industrial de Herrera | 1         | 1.1%        |
| Hato Nuevo                 | 1         | 1.1%        |
| El Abanico                 | 1         | 1.1%        |
| Las Palmas                 | 1         | 1.1%        |
| Otro                       | 30        | 33.3%       |
| <b>Total</b>               | <b>90</b> | <b>100%</b> |

Fuente: Elaborado en base a resultado de la aplicación de la encuesta.

Elaborado por los sustentantes.

## ¿Cuál es su sector de residencia?

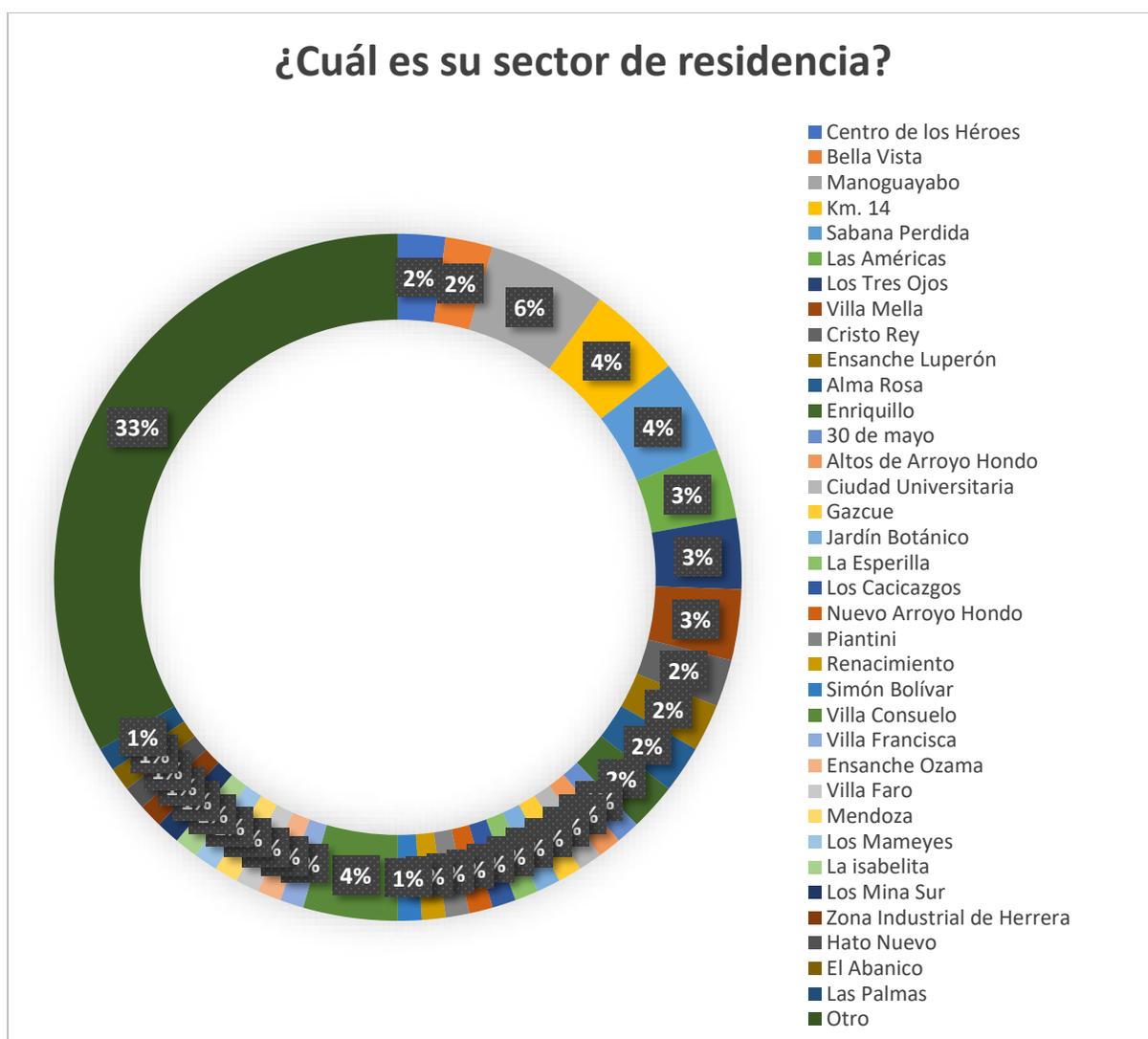


Figura A- 4. Gráfico cuál es su sector de residencia.

Elaborado en base a resultado de la aplicación de la encuesta.

### Interpretación

De acuerdo con los 90 resultados obtenidos más del 30% reside en otros sectores, un 5% reside en Manoguayabo, otros 4% en los sectores de Villa Consuelo, Km.14 y Sabana Perdida, otros 2% en los sectores Centros de los Héroes, Bella Vista, Cristo Rey, Ensanche Luperón, Alma Rosa, Enriquillo y los restantes 1% de diversos sectores del gran Santo Domingo.

Tabla A-5. ¿Con qué frecuencia se realiza recolección de desechos sólidos en su sector?

| ¿Con qué frecuencia se realiza recolección de desechos sólidos en su sector? |                     |                     |
|--|---------------------|---------------------|
| Datos  | Frecuencia Absoluta | Frecuencia Relativa |
| Diario   | 17                  | 18.9%               |
| Cada dos días  | 31                  | 34.4%               |
| Cada 7 días  | 27                  | 30%                 |
| 14 días o más  | 15                  | 16.7%               |
| <b>Total</b>   | <b>90</b>           | <b>100%</b>         |

Fuente: Elaborado en base a resultado de la aplicación de la encuesta por los sustentantes.

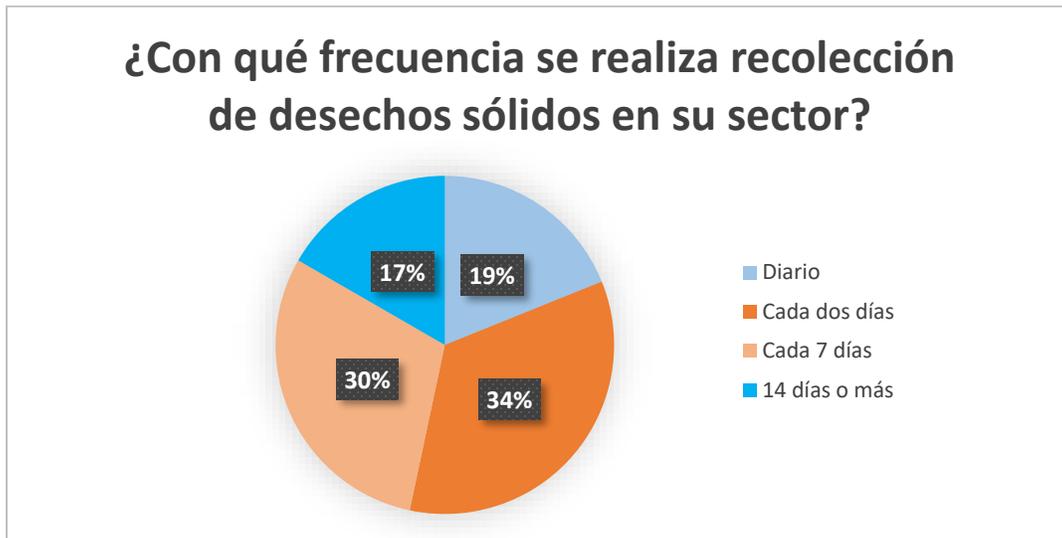


Figura A- 5. Gráfico con qué frecuencia son recolectados los desechos sólidos.

Elaborado en base a resultado de la aplicación de la encuesta.

### Interpretación

De acuerdo con los 90 resultados obtenidos más 34% de desechos sólidos son recolectados cada dos días, un 30% cada 7 días, un 18% diario y un 16% cada 14 días o más.

Tabla A-6. ¿Su sector cuenta con suficientes contenedores de residuos para cubrir la cantidad de desechos?

| ¿Su sector cuenta con suficientes contenedores de residuos para cubrir la cantidad de desechos? |                     |                     |
|---|---------------------|---------------------|
| Datos   | Frecuencia Absoluta | Frecuencia Relativa |
| No  | 76                  | 84.4%               |
| Si  | 14                  | 15.6%               |
| <b>Total</b>  | <b>90</b>           | <b>100%</b>         |

Fuente: Elaborado en base a resultado de la aplicación de la encuesta por los sustentantes.

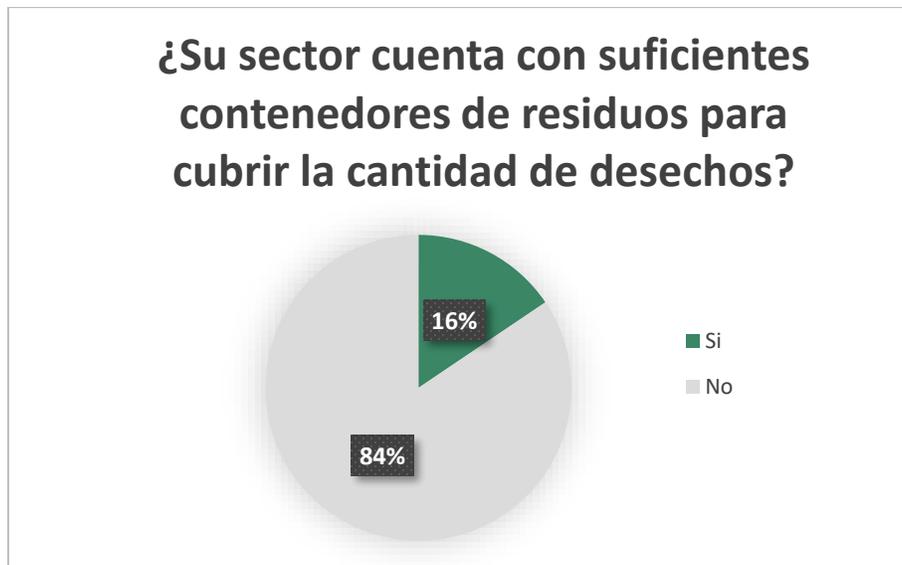


Figura A- 6. Gráfico si el sector cuenta con suficientes contenedores.

Elaborado en base a resultado de la aplicación de la encuesta.

### Interpretación

De acuerdo con los 90 resultados obtenidos más del 84% de los sectores no cuentan con suficientes contenedores que abarque las múltiples cantidades de desechos sólidos y más del 15% de sectores si cuenta con suficientes contenedores.

Tabla A-7. ¿Usted o algún familiar ha sufrido alguna enfermedad causada por la contaminación de los desechos en el sector?

| ¿Usted o algún familiar ha sufrido alguna enfermedad causada por la contaminación de los desechos en el sector? |                     |                     |
|---|---------------------|---------------------|
| Datos   | Frecuencia Absoluta | Frecuencia Relativa |
| Si  | 14                  | 15.6%               |
| No  | 76                  | 84.4%               |
| <b>Total</b>  | <b>90</b>           | <b>100%</b>         |

Fuente: Elaborado en base a resultado de la aplicación de la encuesta.

Elaborado por los sustentantes.



Figura A- 7. Gráfico si ha sufrido alguna enfermedad causada por los desechos sólidos.

Elaborado en base a resultado de la aplicación de la encuesta.

### Interpretación

De acuerdo con los 90 resultados obtenidos más del 84% de los ciudadanos no han sufrido de alguna enfermedad por contaminación de desechos mientras que más del 15% si ha sufrido.

Tabla A-8. ¿Cree usted que los contenedores de desechos son recolectados a tiempo?

| ¿Cree usted que los contenedores de desechos son recolectados a tiempo? |                     |                     |
|---|---------------------|---------------------|
| Datos   | Frecuencia Absoluta | Frecuencia Relativa |
| Si  | 16                  | 17.8%               |
| No  | 74                  | 82.2%               |
| <b>Total</b>  | <b>90</b>           | <b>100%</b>         |

Fuente: Elaborado en base a resultado de la aplicación de la encuesta.

Elaborado por los sustentantes.

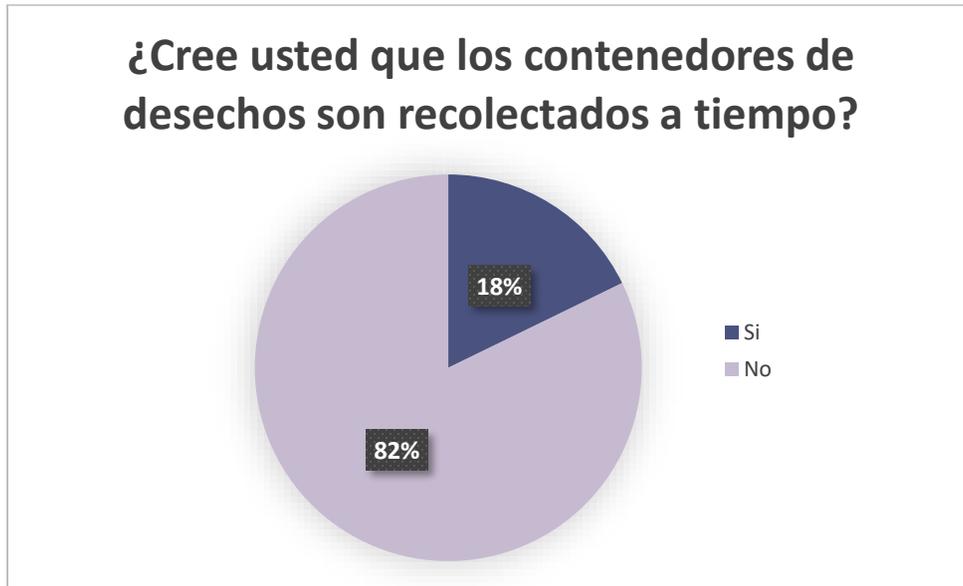


Figura A- 8. Gráfico si los contenedores son recolectados a tiempo.

Elaborado en base a resultado de la aplicación de la encuesta.

### Interpretación

De acuerdo con los 90 resultados obtenidos más del 82% de los encuestados considera que los desechos no son recolectados a tiempo mientras que un 17.8% considera que si son recolectados a tiempo.

Tabla A-9. ¿Considera usted que una aplicación ayudaría a eficientizar la recolección de los desechos sólidos?

| ¿Considera usted que una aplicación ayudaría a eficientizar la recolección de los desechos sólidos? |                     |                     |
|---|---------------------|---------------------|
| Datos   | Frecuencia Absoluta | Frecuencia Relativa |
| Si  | 77                  | 85.6%               |
| No  | 13                  | 14.4%               |
| <b>Total</b>  |                     |                     |

Fuente: Elaborado en base a resultado de la aplicación de la encuesta.

Elaborado por los sustentantes.

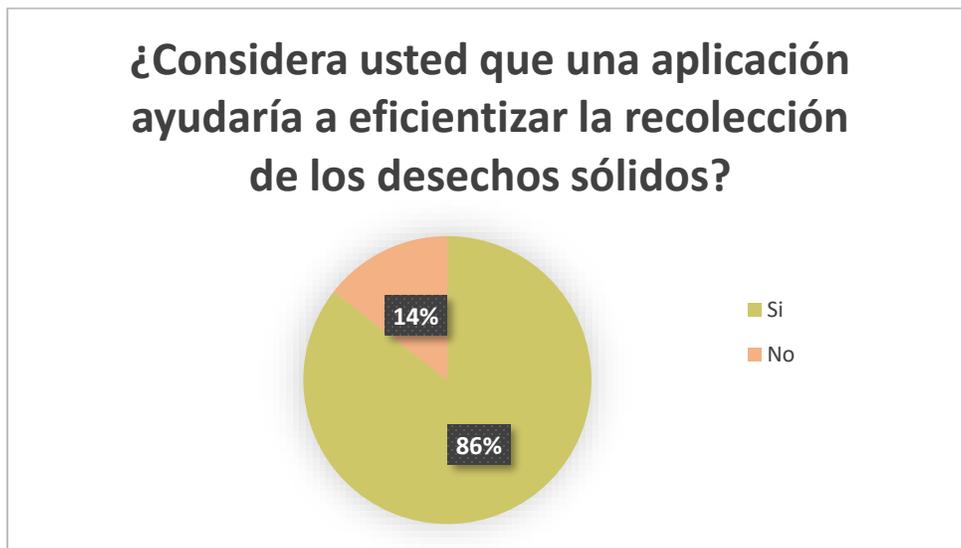


Figura A- 9. Gráfico si considera que una aplicación sería de ayuda.

Elaborado en base a resultado de la aplicación de la encuesta.

### Interpretación

De acuerdo con los 90 resultados obtenidos más del 85% de los encuestados considera que una aplicación eficientizaría la recolecta de basura mientras que un 14.4% considera que no.

Tabla A-10. ¿Cree usted que el ayuntamiento desperdicia recursos al enviar camiones a recoger contenedores vacíos?

| <b>¿Cree usted que el ayuntamiento desperdicia recursos al enviar camiones a recoger contenedores vacíos?</b> |                     |                     |
|---|---------------------|---------------------|
| Datos   | Frecuencia Absoluta | Frecuencia Relativa |
| Si  | 70                  | 77.8%               |
| No  | 20                  | 22.2%               |
| <b>Total</b>  |                     |                     |

Fuente: Elaborado en base a resultado de la aplicación de la encuesta.

Elaborado por los sustentantes.

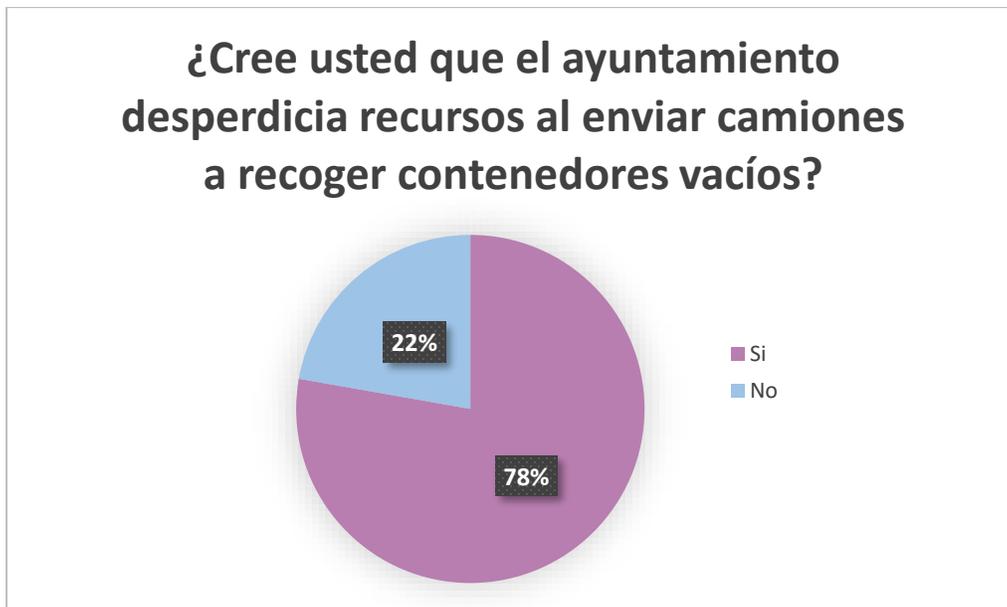


Figura A- 10. Gráfico si considera que el ayuntamiento desperdicia recursos.

Elaborado en base a resultado de la aplicación de la encuesta.

### Interpretación

De acuerdo con los 90 resultados obtenidos más del 70% considera el desperdicio de recursos y un 22.2% considera que no.

Tabla A-11. ¿Cómo prefiere que sea realizada la recolección de desechos sólidos?

| ¿Cómo prefiere que sea realizada la recolección de desechos sólidos?                      |                     |                     |
|---|---------------------|---------------------|
| Datos   | Frecuencia Absoluta | Frecuencia Relativa |
| Con una frecuencia definida   | 64                  | 71.1%               |
| Con una frecuencia inteligente basada en la cantidad de desechos sólidos en el contenedor | 26                  | 28.9%               |
| <b>Total</b>  | <b>90</b>           | <b>100%</b>         |

Fuente: Elaborado en base a resultado de la aplicación de la encuesta.  
Elaborado por los sustentantes.

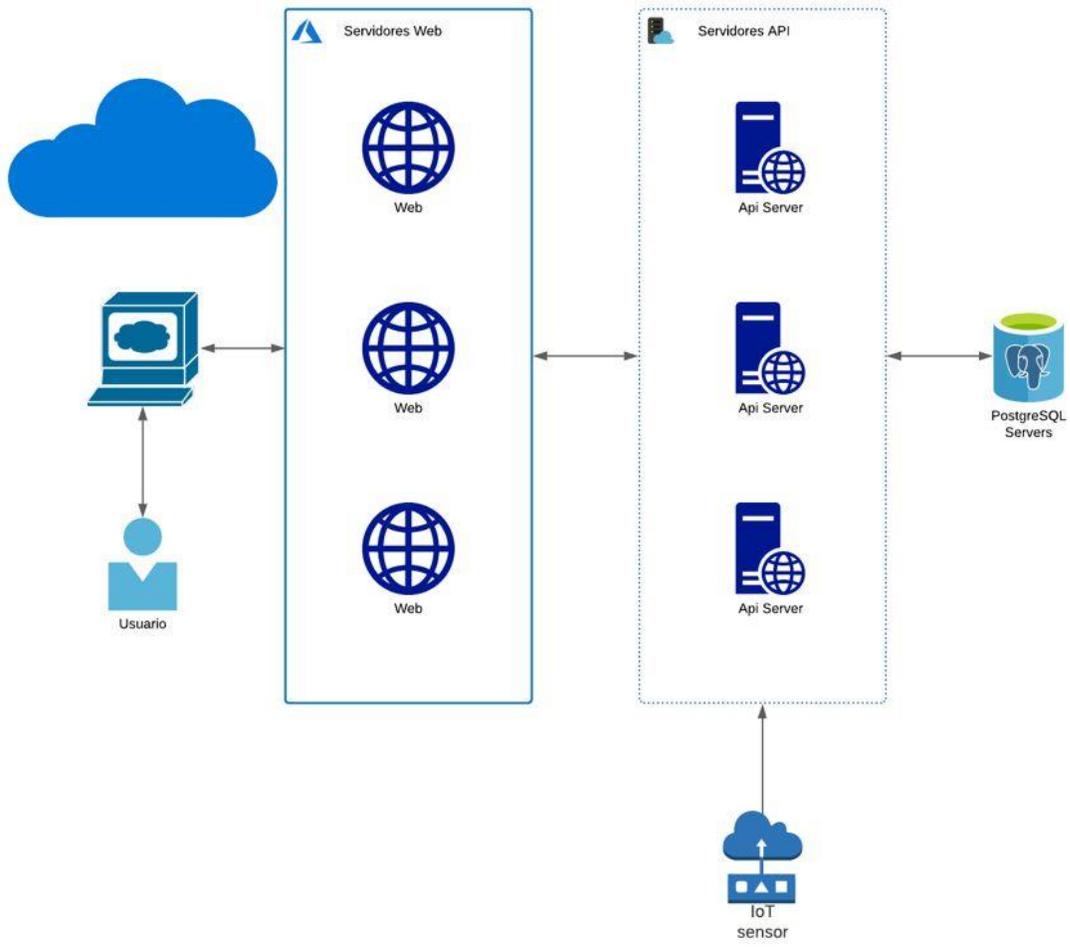


Figura A- 11. Gráfico como preferiría que sea realizada la recolecta de desechos sólidos.  
Elaborado en base a resultado de la aplicación de la encuesta.

### Interpretación

De acuerdo con los 90 resultados obtenidos más 70% prefiere una frecuencia definida y un 28.9% con una frecuencia inteligente.

# Anexo



**Vita**

Nacido en la ciudad de Santo Domingo, Distrito Nacional, el 11 de enero del 1990.

Realice mis estudios secundarios en el colegio Morayca, soy egresado del Instituto Tecnológico de las Américas (ITLA) y estudiante de término de la Ingeniería en Tecnología de la Información y Comunicación en la Universidad Iberoamericana (UNIBE).

Cuenta con más de 11 años de experiencia laboral en el área de desarrollo de software, actualmente desempeñando funciones como Encargado de Desarrollo en la empresa de la Asociación Popular de Ahorros y Préstamos (APAP).

**Edward José Jiménez Cáceres**

## **Vita**

Nacida en la ciudad de Nagua, María Trinidad Sánchez, el 13 de marzo del año 1999. Cursó sus primeros estudios primarios en la Escuela Primaria Carmen Oneida Cruz Eduardo, sus estudios secundarios en el Politécnico Prof. Manuel Salome Taveras y graduada del Instituto Tecnológico de Las Américas (ITLA) en Desarrollo de Software en el año 2018. Actualmente es estudiante de término de la Ingeniería en Tecnología de la Información y Comunicación en la Universidad Iberoamericana (UNIBE).

Ha participado en diplomados, capacitaciones y workshop en el área de informática. En materia laboral, ha trabajado en empresas del sector privado enfocadas en la tecnología. Actualmente labora en Tecklas SRL como desarrolladora de software.

**Rosalina Nolberto Martínez**