

# Universidad Hispanoamericana

Proyecto de graduación para optar por el grado académico de  
Licenciatura en Ingeniería Industrial

## ***Mejoramiento del servicio de recolección y transporte de residuos de la Municipalidad de Alajuelita***

David Francisco Anderson Chaves

Tutor: Ing. Sergio González Duarte

San José, Mayo 2017

# Acta de Aprobación del Tutor

## CARTA DEL TUTOR

San José, 24 de mayo del 2017

Sres.  
UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA  
CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Estimados señores:

El estudiante David Francisco Anderson Chaves, cédula de identidad número 1-1464-0287 me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado **Mejoramiento del servicio de recolección y transporte de residuos de la Municipalidad de Alajuelita**, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de LICENCIATURA EN INGENIERIA INDUSTRIAL.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

|    |   |     |    |
|----|---|-----|----|
| A) | ORIGINAL DEL TEMA   | 10% | 10 |
| B) | CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES  | 20% | 18 |
| C) | COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION | 30% | 27 |
| D) | RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES  | 20% | 18 |
| E) | CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO  | 20% | 18 |
|    | TOTAL   |     | 91 |

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,



ING. SERGIO ARTURO GONZALEZ DUARTE

CEDULA 8-0064-0872 CARNET # II-3671

## Acta de Aprobación del Lector

Heredia, 13 de julio de 2017

Señores

Departamento de Registro

Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

En mi calidad de lectora del proyecto de graduación presentado por el estudiante **David Francisco Anderson Chaves**, titulado “Mejoramiento del servicio de recolección y transporte de residuos de la Municipalidad de Alajuelita”, para optar por la Licenciatura en Ingeniería Industrial, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso y he evaluado aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

Debido a lo anterior considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser trasladado al proceso de revisión por el filólogo.

Atentamente,



Ana Catalina Leandro Sandí

Cédula: 3-0398-0478

IPI-22762

## Acta de Aprobación del Filólogo

### CARTA DE REVISIÓN FILOLÓGICA

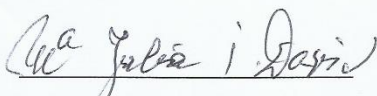
San Jose, 18 de julio de 2017

Señores  
Universidad Hispanoamericana  
Escuela de Ingeniería Industrial

Estimados señores,

Sirva la presente para saludarles y confirmar que en mi calidad de Licenciada en filología he realizado la revisión de la redacción, ortografía, estilo y presentación del proyecto final de graduación **Mejoramiento del servicio de recolección y transporte de residuos de la Municipalidad de Alajuelita** elaborado por David Francisco Anderson Chaves para optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial y puedo dar fe del correcto español que contiene.

Con base en lo anterior, se considera que está lista para ser presentada como trabajo final de graduación por cuanto cumple con todos los requisitos exigidos.



María Luliana Losif David  
Cédula 8-082-278  
Carné 2208

## Acta de finalización del proyecto

MUNICIPALIDAD DE ALAJUELITA  
Administración Municipal



Alajuelita, 15 de mayo del 2017

Sres.  
Universidad Hispanoamericana  
S.O


Estimados señores

El suscrito Luis Orozco Ureña, Encargado Administrativo de la Municipalidad de Alajuelita certifica que el joven David Francisco Anderson Chaves, ha concluido el trabajo denominado "Mejoramiento del servicio de recolección y transporte de residuos de la municipalidad de Alajuelita", comprendido entre el 31 de agosto del 2016 al 15 de mayo del 2017.

Durante la realización del trabajo, el joven Anderson mostro gran dedicación, entusiasmo, entereza y buen criterio; aspectos muy meritorios en este tipo de colaboración hacia esta institución.

Las propuestas planteadas en el proyecto serán analizadas con detenimiento por la admiración y el Concejo Municipal para que sean tomadas en cuenta y se puedan implementar en un corto o mediano plazo; todo en el marco de la mejora continua en el servicio que se le brinda a la comunidad en general.

Atentamente,

  
Luis Adolfo Orozco Ureña  
Administrador Municipal



CC/ Archivo

## **Dedicatoria**

Dedico este proyecto a Dios quien siempre ha estado conmigo, que me dio fuerzas en los momentos de incertidumbre y me ayudó a caminar en la realización de tan significativa experiencia, a él dedico todo mi esfuerzo, a él quien nunca me abandonó.

A mi abuela, novia, hermanos, amigos y compañeros de trabajo y a todos los que creyeron en mí, que me ayudaron en este largo recorrido, a todos muchas gracias porque de una u otra forma mi logro se lo debo a ustedes y espero seguir creciendo como profesional con el pasar de los años.

## **Agradecimientos**

En esta etapa de mi vida profesional, quiero agradecer a todas las personas que han estado a mi lado en los momentos de esfuerzo y dedicación.

A Dios por darme las fuerzas día con día para seguir adelante y culminar una de mis muchas metas profesionales.

A mis padres Noel Anderson Bryan y Elizabeth Chaves Arguedas que con mucho esfuerzo me han acompañado y me han aconsejado cuando he tenido que tomar decisiones.

A mi novia Jenely Cordero Madrigal quien con su amor y comprensión es mi pilar para salir adelante y superar este eslabón de mi carrera.

A mis jefes, Joseph Montero Coto y Alexander Quirós Benavides por darme siempre tanto apoyo y estar ahí cuando he necesitado, tenderme la mano en todo momento.

A mi profesor tutor Sergio González Duarte que me orientó con su conocimiento, su ayuda y observaciones, por su dedicación e involucrarse con el proyecto.

A mi supervisor Roberto Ramírez que con su conocimiento técnico y su dedicación me guió de la manera adecuada para salir adelante con la realización del proyecto.

A los encargados de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana que me brindaron tanto apoyo para poder culminar el proyecto.

Agradezco a los colaboradores de la Municipalidad de Alajuelita por darme la gran oportunidad de realizar esta investigación, a todos los departamentos involucrados que me ayudaron con informaciones y recomendaciones.

## Tabla de contenido

|  |     |
|--|-----|
| Índice de Tablas.....  | XII |
| Índice de Gráficos .....   | XIV |
| Índice de Figuras.....   | XV  |
| Índice de Ilustraciones .....  | XV  |
| Índice de siglas y acrónimos .....   | XVI |
| Capítulo I. INTRODUCCION .....   | 1   |
| 1.1 Introducción.....  | 2   |
| 1.2 Información básica de la Municipalidad del Cantón de Alajuelita .....  | 4   |
| 1.2.1 Estructura organizacional de la Municipalidad de Alajuelita .....    | 6   |
| 1.2.2 Estructura organizacional del Departamento de Gestión Ambiental..... | 7   |
| 1.2.3 Alcalde y Miembros del Concejo Municipal (Período 2016-2018).....    | 8   |
| 1.3 Definición del problema.....   | 9   |
| 1.4 Justificación del problema .....                                       | 10  |
| 1.5 Objetivos del proyecto.....  | 13  |
| 1.5.1 Objetivo general.....  | 13  |
| 1.5.2 Objetivos específicos.....   | 13  |
| 1.6 Alcances y limitaciones .....  | 14  |
| 1.6.1 Alcances .....   | 14  |
| 1.6.2 Limitaciones.....  | 14  |
| Capítulo II. MARCO TEORICO .....   | 15  |
| 2.1. Marco conceptual general.....   | 16  |
| 2.1.1. Conceptos de ingeniería industrial .....                            | 16  |
| 2.1.1.1. Medición del trabajo .....  | 16  |
| 2.1.1.2. Estadística.....  | 16  |
| 2.1.1.3. Proceso .....   | 17  |
| 2.1.1.4. Estudio de métodos.....   | 18  |
| 2.1.1.5. Método de transporte .....  | 18  |
| 2.1.2. Conceptos de gestión ambiental.....                                 | 19  |
| 2.1.2.1. Municipalidad .....   | 19  |
| 2.1.2.2. Gestión ambiental.....  | 19  |

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| 2.1.2.3.  | Ley integral de residuos no. 8839.....                        | 19 |
| 2.1.2.4.  | Gestión integral de residuos solidos.....                     | 23 |
| 2.1.2.5.  | Generador .....   | 24 |
| 2.1.2.6.  | Residuo .....   | 24 |
| 2.1.2.7.  | Residuo ordinario .....                                       | 24 |
| 2.1.2.8.  | Valorizable.....  | 24 |
| 2.1.2.9.  | Residuo valorizable .....                                     | 24 |
| 2.1.2.10. | Generación diaria de residuos.....                            | 25 |
| 2.1.2.11. | Recolección de residuos solidos .....                         | 25 |
| 2.1.2.12. | Lixiviados.....   | 25 |
| 2.1.2.13. | Relleno sanitario.....  | 26 |
| 2.1.2.14. | Tratamiento y disposición final de los desechos solidos ..... | 26 |
| 2.1.2.15. | Reciclaje .....   | 26 |
| 2.1.2.16. | Indicadores de gestión integral de residuos .....             | 26 |
| 2.1.2.17. | Producción per cápita de los residuos.....                    | 27 |
| 2.1.2.18. | Cobertura de recolección (%).....                             | 27 |
| 2.1.2.19. | Densidad de los residuos .....                                | 27 |
| 2.1.2.20. | Composición física de los residuos solidos .....              | 27 |
| 2.2.      | Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto .....     | 28 |
| 2.2.1.    | Metodología DMAIC .....                                       | 28 |
| 2.2.1.1.  | Definir.....  | 29 |
| 2.2.1.2.  | Medir .....   | 31 |
| 2.2.1.3.  | Análisis ( Analizar) .....                                    | 31 |
| 2.2.1.4.  | Implementar Mejoras (Improvement en Ingles).....              | 34 |
| 2.2.1.5.  | Control (Controlar) .....                                     | 34 |
| 2.3.      | El marco conceptual referente al impacto del proyecto.....    | 35 |
| 2.3.1.    | Impacto al ambiente .....                                     | 35 |
| 2.3.2.    | Impacto sobre la salud humana.....                            | 36 |
| 2.3.3.    | Impacto a la economía .....                                   | 36 |
| 2.3.4.    | Análisis económico.....                                       | 37 |
| 2.4.      | Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes.....      | 38 |

|  |     |
|--|-----|
| Capitulo III. MARCO METODOLOGICO .....   | 39  |
| 3.1. Metodología para la definición del problema.....  | 40  |
| 3.2. Metodología para la medición y respaldo cualitativo del proyecto.....   | 43  |
| 3.2.1. Sistema de medición .....   | 44  |
| 3.2.2. Sujetos de investigación.....   | 46  |
| 3.2.3. Fuentes de información .....  | 47  |
| 3.2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....   | 47  |
| 3.3. Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio.....              | 51  |
| 3.4. Metodología para la implementación del proyecto .....   | 54  |
| 3.5. Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados.....   | 54  |
| Capítulo IV. LINEA BASE Y ANALISIS DE LAS CAUSAS.....  | 57  |
| 4.1. Servicio de recolección de residuos brindado por la Municipalidad. ....   | 59  |
| 4.1.1 Recurso humano del servicio de recolección.....  | 61  |
| 4.1.2. Seguridad e higiene ocupacional.....  | 64  |
| 4.1.3. Maquinaria y equipo empleado.....   | 66  |
| 4.2. Aspectos financieros .....  | 70  |
| 4.2.1. Tarifa de cobro por prestación de servicio de recolección de residuos   | 70  |
| 4.2.2. Aspectos de cobro y morosidad del servicio.....   | 71  |
| 4.2.3. Egresos por servicio de recolección de residuos.....  | 72  |
| 4.3. Análisis del servicio de recolección .....  | 74  |
| 4.3.1. Cantidad de residuos reportados por EBI en el Cantón de Alajuelita ...  | 81  |
| 4.3.2. Descripción y análisis de indicadores de la gestión integral de residuos del servicio de recolección de residuos de Alajuelita..... | 83  |
| 4.3.3. Sondeo de opinión sobre el servicio de recolección de residuos.....   | 88  |
| 4.3.4. Diagrama de Pareto.....   | 104 |
| 4.3.5. FODA del Servicio de recolección de residuos en Alajuelita .....  | 108 |
| 4.3.6. Diagrama Ishikawa .....   | 111 |
| CAPÍTULO V. DISEÑO E IMPLEMENTACION DE LA SOLUCION.....  | 114 |
| 5.1. Propuesta 1. Implementar el servicio de recolección selectiva .....   | 115 |
| 5.2. Propuesta 2. Compra de dos camiones para residuos valorizables ....   | 120 |

|   |   |     |
|---|---|-----|
| 5.2.1.  | Análisis de Rentabilidad (VAN, TIR, B/C) por los dos camiones .....                                     | 125 |
| 5.3.  | Propuesta 3. Construcción de un Centro de recuperación de materiales<br>129                             |     |
| 5.3.1.  | Análisis de Rentabilidad (VAN, TIR,B/C) del CRM y camiones .....  | 133 |
| 5.4.  | Propuesta 4. Actualización del registro de contribuyentes del servicio de recolección.....              | 135 |
| 5.4.1.  | Análisis de base de datos existente .....   | 135 |
| 5.4.2.  | Depuración y actualización de contribuyentes .....  | 136 |
| 5.4.3.  | Validación y aprobación del censo actualizado .....   | 136 |
| 5.5.  | Propuesta 5. Estudio para la elaboración del Reglamento municipal de gestión integral de residuos ..... | 137 |
| 5.5.1.  | Disposiciones generales.....  | 137 |
| 5.5.2.  | Responsabilidades en la gestión integral de residuos sólidos.....                                       | 138 |
| 5.5.3.  | Manejo integral de los residuos sólidos en el cantón .....  | 138 |
| 5.5.4.  | Escala tarifaria por los servicios de residuos sólidos.....   | 139 |
| CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... |   | 142 |
| ANEXOS .....                                      |   | 147 |
| BIBLIOGRAFÍA .....                                |   | 165 |

## Índice de Tablas

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 1. Distribución de la población (2016) y extensión territorial .....                            | 5   |
| Tabla 2. Conformación de funcionarios administrativos .....   | 8   |
| Tabla 3. Toneladas métricas recolectadas 2012 a 2016 .....  | 9   |
| Tabla 4. Conformación del grupo D según Informe Gestión Municipal (IGM) .....                         | 11  |
| Tabla 5. Índice de Gestión Municipal del Cantón de Alajuelita .....                                   | 12  |
| Tabla 6. Metodología para la definición del problema .....  | 40  |
| Tabla 7. Metodología para la medición y respaldo cualitativo del proyecto .....                       | 43  |
| Tabla 8. Metodología para elaborar el diagrama causa-efecto .....                                     | 53  |
| Tabla 9: Cronograma de actividades .....  | 55  |
| Tabla 10. Sectores y recorridos del servicio de recolección .....                                     | 59  |
| Tabla 11. Personal del servicio de recolección de residuos.....                                       | 62  |
| Tabla 12. Unidades recolectoras utilizadas actualmente .....  | 66  |
| Tabla 13. Tarifas por servicio de recolección y tratamiento de residuos solidos...                    | 70  |
| Tabla 14. Análisis de la morosidad en el servicio de recolección de residuos .....                    | 71  |
| Tabla 15. Presupuesto inicial versus presupuesto ejecutado del servicio de recolección.....           | 72  |
| Tabla 16. Rubros de egresos por servicio de recolección de residuos .....                             | 72  |
| Tabla 17: Hoja de control de actividades diarias.....   | 74  |
| Tabla 18. Cantidad promedio de viajes realizados en el año 2016.....                                  | 82  |
| Tabla 19. Resumen de los indicadores de gestión integral de residuos obtenidos                        | 87  |
| Tabla 20. Segmentos de la población meta consultada.....  | 89  |
| Tabla 21. Resumen de respuestas obtenidas en Sondeo de Opinión .....                                  | 103 |
| Tabla 22. Temas específicos a tratar para realizar el Diagrama de Pareto .....                        | 104 |
| Tabla 23. Cantidades recuperadas en kg por mes de Campaña Ambientados ..                              | 106 |
| Tabla 24. Costo por los materiales valorizables de Recicladora San Miguel .....                       | 107 |
| Tabla 25. Análisis FODA del servicio de recolección .....   | 109 |
| Tabla 26. Composición física de residuos sólidos según su generación .....                            | 116 |
| Tabla 27. Materiales valorizables con potencial de recuperación .....                                 | 117 |
| Tabla 28. Ahorro en disposición final por materiales valorizables con potencial de recuperación ..... | 118 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 29. Proyección de recuperación de residuos valorizables.....                               | 119 |
| Tabla 30. Comparación de precio en colones de los camiones .....                                 | 120 |
| Tabla 31. Inversión por los camiones.....  | 122 |
| Tabla 32. Costo por contratación de personal .....   | 123 |
| Tabla 33. Gastos operativos .....  | 124 |
| Tabla 34. Análisis de rentabilidad VAN, TIR, B/C para los camiones .....                         | 126 |
| Tabla 35. Plan piloto de sectorización de ruta.....  | 128 |
| Tabla 36. Características de las instalaciones requeridas para el CRM municipal.<br>.....        | 129 |
| Tabla 37. Inversión en equipo y maquinaria de producción requerida para el CRM<br>municipal..... | 130 |
| Tabla 38. Requerimiento de equipo de oficina.....  | 131 |
| Tabla 39. Necesidades de recursos según las inversiones requeridas.....                          | 132 |
| Tabla 40. Inversión total.....   | 133 |
| Tabla 41. Análisis de rentabilidad VAN, TIR, B/C del CRM y camiones .....                        | 134 |
| Tabla 42. Resumen de las ventajas de cada propuesta .....  | 140 |
| Tabla 43. Verificación de cumplimientos de objetivos.....  | 145 |

## **Índice de Gráficos**

|   |     |
|---|-----|
| Gráfico 1. Cantidad de reparaciones por camión durante año 2016 .....     | 67  |
| Gráfico 2. Toneladas métricas recolectadas por mes durante el 2016 .....  | 81  |
| Gráfico 3. Distribución porcentual de segmentos consultados.....          | 90  |
| Gráfico 4: Distrito de residencia .....                                   | 90  |
| Gráfico 5. Rango de edades del segmento de consultados .....              | 91  |
| Gráfico 6. Recibe el servicio de recolección .....                        | 91  |
| Gráfico 7: Frecuencia del servicio de recolección ordinaria .....         | 92  |
| Gráfico 8. Como almacena temporalmente los residuos.....                  | 93  |
| Gráfico 9. Como califica el servicio de recolección .....                 | 94  |
| Gráfico 10. Donde son transportados los residuos recolectados .....       | 95  |
| Gráfico 11. Conoce la Ley 8839.....                                       | 95  |
| Gráfico 12. Separan los residuos .....                                    | 96  |
| Gráfico 13. Residuos reciclables que se separan .....                     | 97  |
| Gráfico 14. Conoce algún centro de recuperación en Alajuelita.....        | 97  |
| Gráfico 15. Participaría en un programa de separación de residuos .....   | 98  |
| Gráfico 16. Temas específicos a tratar .....                              | 104 |
| Gráfico 17. Composición física de los residuos sólidos residenciales..... | 115 |

## Índice de Figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Estructura organizacional de la Municipalidad .....                      | 6  |
| Figura 2. Estructura organizacional del Departamento de Gestión Ambiental .....    | 7  |
| Figura 3. Fases de la gestión integral de residuos solidos.....                    | 23 |
| Figura 4. Fases de la metodología DMAIC .....                                      | 28 |
| Figura 5. Simbología y descripción del diagrama de flujo .....                     | 30 |
| Figura 6. Estructura del Diagrama de Ishikawa.....                                 | 32 |
| Figura 7. Gráfico de Pareto .....  | 33 |
| Figura 8. Sondeo de opinión dirigido del servicio de recolección de residuos ..... | 48 |

## Índice de Ilustraciones

|  |     |
|--|-----|
| Ilustración 1 Acceso a barrio las Minas en el distrito de San Antonio de Alajuelita. 5 |     |
| Ilustración 2 Acumulación de residuos en barrio Lámparas .....                         | 61  |
| Ilustración 3 Acumulación de materiales en el plantel municipal.....                   | 64  |
| Ilustración 4 Galón de alcohol en gel .....  | 65  |
| Ilustración 5. Vehículos nuevos marca IVECO para recolección ordinaria .....           | 69  |
| Ilustración 6. Inicio de labores 4 a.m.....  | 76  |
| Ilustración 7. Cúmulos de residuos antes de la recolección.....                        | 77  |
| Ilustración 8. Recorrido del servicio hacia San Josecito .....                         | 78  |
| Ilustración 9. Abanico en mal estado tirado como un residuo .....                      | 78  |
| Ilustración 10. Traspaso de residuos en Filtros .....                                  | 79  |
| Ilustración 11. Acumulación de residuos a intemperie .....                             | 79  |
| Ilustración 12. Boleta de pesaje EBI .....   | 80  |
| Ilustración 13 Camión Isuzu Modelo NKR II – 55 E .....                                 | 121 |
| Ilustración 14 Motor Turbo Diésel 4JB1-TC .....  | 122 |

## Índice de siglas y acrónimos

|         |   |
|---------|---|
| CGR     | Contraloría General de la República                       |
| CEPRONA | Fundación Centro de Productividad Nacional                |
| CRM     | Centro de Recuperación de Materiales                      |
| CYMA    | Programa Competitividad y Medio Ambiente                  |
| DMAIC   | Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar             |
| IGN     | Instituto Geográfico Nacional                             |
| INEC    | Instituto Nacional de Estadística y Censos                |
| IGM     | Índice de Gestión Municipal                               |
| IDHC    | Índice de Desarrollo Humano Cantonal                      |
| MS      | Ministerio de Salud                                       |
| OPS     | Organización Panamericana de la Salud                     |
| OMS     | Organización Mundial de la Salud                          |
| PMGIRS  | Plan Municipal de Gestión Integral de Residuos<br>Sólidos |
| PNGIR   | Política Nacional para la Gestión Integral de<br>Residuos |
| RSV     | Residuos Sólidos Valorizable                              |
| UNA     | Universidad Nacional Autónoma                             |

# **Capítulo I. INTRODUCCION**

## 1.1 Introducción

En la actualidad uno de los deberes y obligaciones por parte de la Municipalidad de Alajuelita es garantizar el derecho de toda persona a gozar de un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, así como proteger la salud pública según la Ley 8839, Ley para la gestión integral de residuos (2010) e igualmente contenido en el Artículo 50 de la Constitución Política de Costa Rica (1949).

Cada persona realiza alguna actividad en su vida cotidiana que genera algún tipo de residuo sólido. Asimismo, es importante conocer según el informe de Evaluación Regional del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en América Latina y el Caribe el porcentaje de generación per cápita de los residuos sólidos del país, que es de 0.88 kilogramos por habitante por día (Situación de la gestión de residuos sólidos en América Latina y Caribe, 2015).

Cabe señalar que el rango de aceptación de producción per cápita va de 0.35 a 0.75 kilogramos por habitante por día (Indicadores para el gerenciamiento del servicio de limpieza pública, OPS, 2002) esto va acompañado de los residuos sólidos que pueden ser reciclados o reutilizados. La inadecuada gestión de los residuos sólidos genera grandes impactos negativos que afectan de forma directa o indirecta la salud, ambiente y economía del cantón de Alajuelita.

El cambio de mentalidad de los munícipes es todo un reto que se presenta en la actualidad y que se debe comenzar a fomentar como parte importante de la cultura del mejoramiento y desarrollo cantonal. Es por esta razón que la gestión integral de residuos sólidos es uno de los temas que debe ser de mayor relevancia, no solo a nivel de cantón o provincia, sino a nivel del país.

La recolección de residuos es un servicio fundamental e imprescindible para la población en general y se debe garantizar un ambiente sano y ecológicamente equilibrado para la protección de la salud pública, por lo que es necesario prestar esmero en la operación de este servicio.

En el presente estudio se evalúan las diferentes fases o procesos del servicio de recolección y transporte de residuos actual. Esta información generará indicadores esenciales para la toma de decisiones. Las fases o procesos son las siguientes:

- a) Generación de residuos.
- b) Separación de materiales valorizables.
- c) Almacenamiento temporal de residuos.
- d) Recolección ordinaria.
- e) Recolección selectiva y reciclaje.
- f) Transporte.
- g) Disposición final.
- h) Aspectos financieros.

Este proyecto sigue la línea de investigación de la carrera llamada sostenibilidad ambiental que consiste en conocer la situación actual del proceso de recolección y transporte de residuos por medio de una observación detallada de las actividades, objetos o personas que serán investigadas y conocer sus impactos más significativos.

Mientras el proceso de recolección y transporte de residuos se está ejecutando, en forma aleatoria se hará la recopilación de los datos que serán luego tabulados para su análisis y entendimiento.

Los resultados arrojados, propuestas y recomendaciones serán un instrumento útil, para comprender de forma teórica y real la calidad con la que se está prestando este servicio a la población del cantón de Alajuelita y eventualmente promover su mejoramiento como lo ordena la Ley N°8839, Ley para la gestión integral de residuos.

## **1.2 Información básica de la Municipalidad del Cantón de Alajuelita**

El cantón de Alajuelita es el cantón número 10 de la Provincia de San José, se encuentra ubicado en el Valle Central al Suroeste de la ciudad de San José, el edificio municipal se encuentra al costado norte del Parque central de Alajuelita.

Según la proyección del INEC del año 2011, el cantón de Alajuelita registra una población total de 89.154 habitantes para el año 2016, con una densidad poblacional de 3,66 habitantes/vivienda. Alajuelita es un cantón mayoritariamente urbano, cabe distinguir que el distrito de Alajuelita Centro es completamente urbano y comercial y el distrito de San Antonio es totalmente rural.

La Municipalidad de Alajuelita es la encargada de brindar servicios de calidad a la comunidad y planificar el desarrollo local con un equipo humano comprometido que administra los recursos que percibe de sus contribuyentes y otras instituciones para promover el crecimiento y mejores oportunidades a los habitantes del cantón. Entre otras funciones se encuentra velar por la gestión integral del manejo de residuos, limpieza de vías, sitios públicos, mantenimiento de parques y sus alrededores, además todo lo relacionado a los bienes inmuebles y patentes.

Alajuelita se encuentra dividido en 5 distritos: Alajuelita Centro, San Josecito, San Antonio, Concepción y San Felipe.

En la Tabla 1 se indican los datos de proyección de población para el 2016 (INEC – 2011) e información de la Municipalidad de Alajuelita sobre extensión y altitud de cada distrito del cantón de Alajuelita.

**Tabla 1. Distribución de la población (2016) y extensión territorial**

| <b>Distritos</b>  | <b>Habitantes por distrito</b> | <b>Porcentaje relativo de población por distrito</b> | <b>Extensión (Km2)</b> | <b>Altitud (m.s.n.m)</b> |
|-------------------|--------------------------------|--|------------------------|--------------------------|
| Alajuelita Centro | 12.875                         | 14   | 1,30                   | 1,130                    |
| San Josecito      | 12.005                         | 13   | 2,17                   | 1.200                    |
| San Antonio       | 5.504                          | 6  | 9,65                   | 1.410                    |
| Concepción        | 21.550                         | 24   | 2,89                   | 1.120                    |
| San Felipe        | 37.220                         | 42   | 5,16                   | 1.110                    |
| Total             | 89.154                         | 100  | 21,17                  |                          |

Fuente: Censo 2011 INEC

Según la Tabla 1, el distrito de San Felipe es donde se concentra la mayor cantidad de habitantes con un 42% por ciento, mientras que el distrito San Antonio a pesar de ser el de mayor extensión geográfica es el que presenta menor cantidad de habitantes con un 6%, debido a que es una zona rural y montañosa con una altitud mayoritaria de 1.410 m.s.n.m. y se genera una alta e importante recarga acuífera que abastece de agua al cantón.

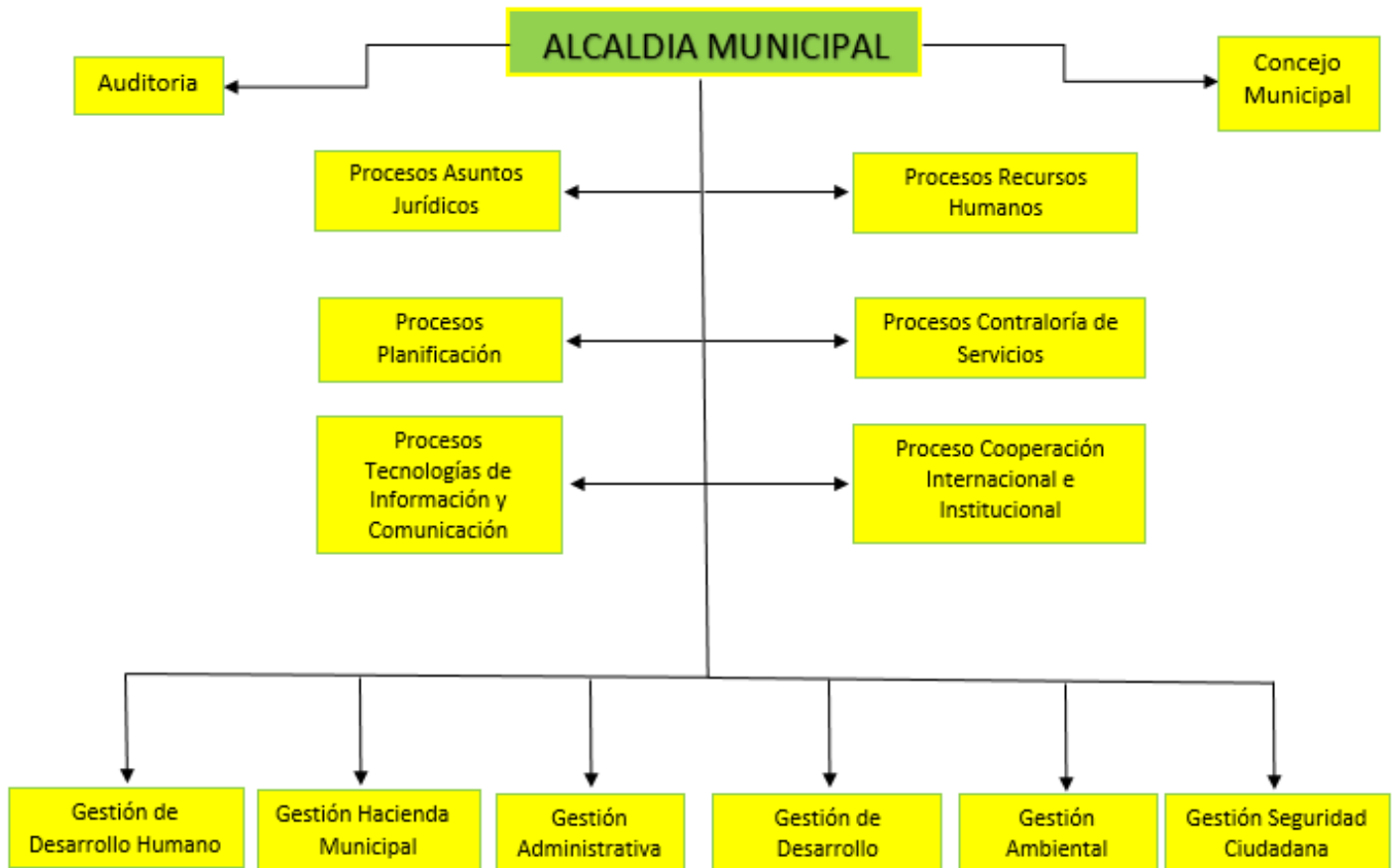


**Ilustración 1. Acceso a barrio las Minas en el distrito de San Antonio de Alajuelita**

### 1.2.1 Estructura organizacional de la Municipalidad de Alajuelita

Es trascendental conocer y ubicar los procesos o roles que tiene a cargo la municipalidad mediante sus respectivos departamentos de gestión. En la Figura 1 se observa la estructura organizacional.

Figura 1. Estructura organizacional de la Municipalidad

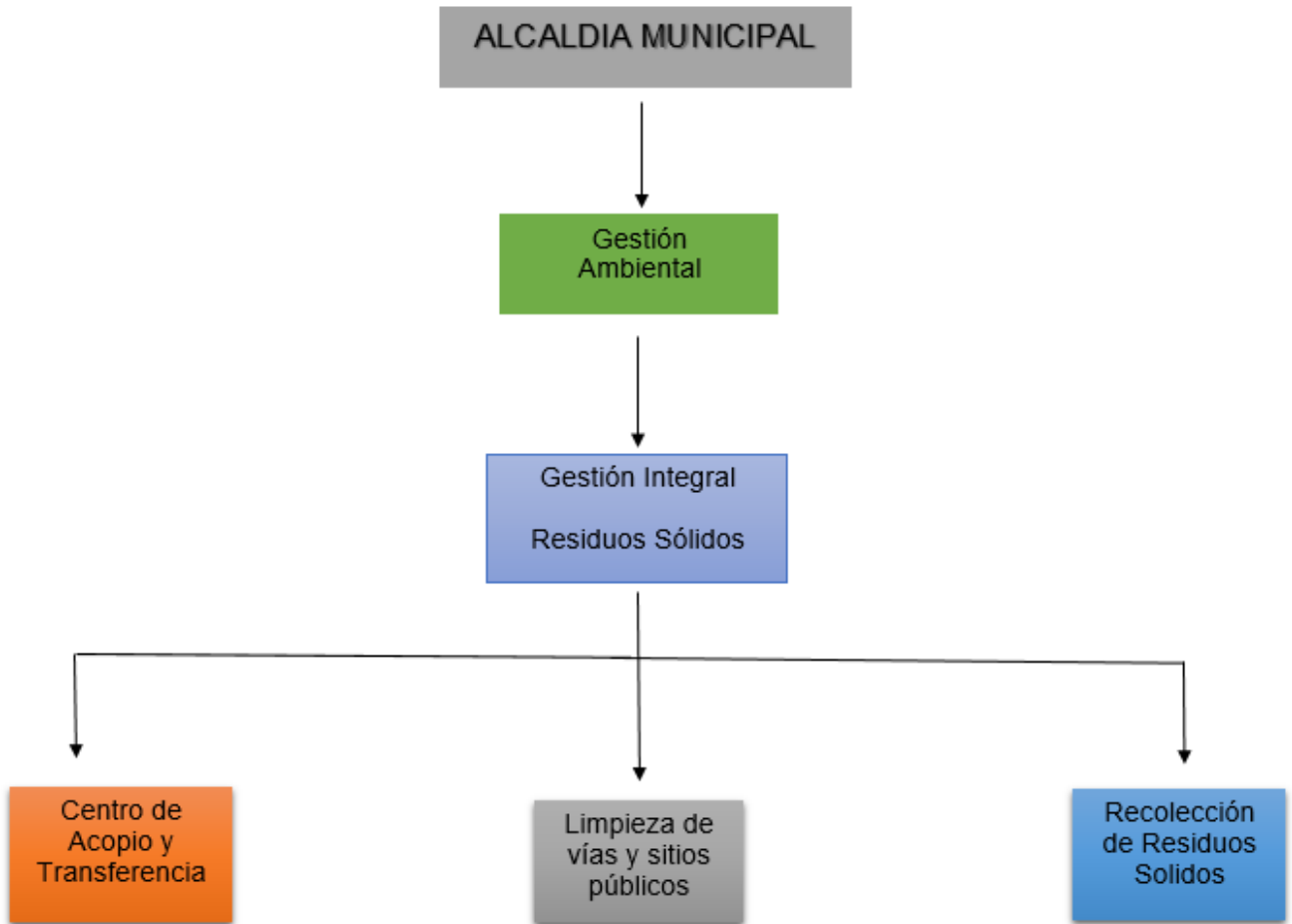


Fuente: Municipalidad de Alajuelita, 2017

De acuerdo a la figura 1 se puede observar que la Gestión Ambiental es uno de los seis pilares a cargo de la Alcaldía Municipal y es fuente primaria de información en esta investigación. El Departamento de Gestión Ambiental a su vez tiene a cargo los siguientes procesos (Figura 2).

## 1.2.2 Estructura organizacional del Departamento de Gestión Ambiental

Figura 2. Estructura organizacional del Departamento de Gestión Ambiental



Fuente: Municipalidad de Alajuelita, 2017

Según la figura 2, el servicio de recolección de residuos (objeto de este estudio) se encuentra dentro de los procesos de gestión integral de residuos. *El servicio de limpieza de vías y sitios públicos* labora con un presupuesto diferente. Se indica un proceso de *Centro de Acopio y transferencia*, que aún no se ha implementado.

### 1.2.3 Alcalde y Miembros del Concejo Municipal (Período 2016-2018)

En la Tabla 2 se observa la conformación de los funcionarios que actualmente ocupan cargos de alto nivel dentro de la municipalidad de Alajuelita.

**Tabla 2. Conformación de funcionarios administrativos**

| <b>PUESTO</b>             | <b>TITULAR DEL PUESTO</b>                |
|---------------------------|--|
| Alcalde                   | Modesto Alpízar Luna                     |
| Vicealcaldesa Primera     | María del Rocío Siles Fernández          |
| Vicealcaldesa Segunda     | Gabriela Retana Ortega                   |
| Síndicos                  | Alonso Marín Moya<br>Laura Arauz Tenorio |
| Administrador Municipal   | Luis Orozco                              |
| Administración Tributaria | Edwin Alemán Villalobos                  |
| Gestora Ambiental         | Johanna Ávila                            |
| Encargado de Recolección  | Esteban Solís Araya                      |

Fuente: Municipalidad de Alajuelita, 2017

Es importante indicar que los funcionarios citados en la Tabla 2 colaboraron con la realización de esta investigación al brindar información de primera fuente.

### 1.3 Definición del problema

La gestión integral de residuos en el cantón de Alajuelita está a cargo del Departamento de Gestión Ambiental Municipal. Esta gestión está dividida en dos servicios: 1) Recolección de residuos ordinarios (objeto de esta investigación) y 2) Servicio de limpieza de vías y sitios públicos. Actualmente el municipio no cuenta con el servicio de recolección selectiva de residuos valorizables, tampoco cuenta con centros de recuperación de materiales propios.

Uno de los principales problemas detectados dentro del análisis de las fases del proceso de recolección es el crecimiento de la cantidad de residuos sólidos generados en el Cantón de Alajuelita en los últimos cinco años. En la Tabla 3 se observa la población y cantidades en toneladas métricas recolectadas en los últimos cinco años.

**Tabla 3. Toneladas métricas recolectadas 2012 a 2016**

| Año         | Población | Cantidad de Toneladas Métricas | Porcentaje de incremento de T.M de residuos |
|-------------|-----------|--------------------------------|---|
| <b>2012</b> | 83.678    | 15.200,27                      |   |
| <b>2013</b> | 85.047    | 16.157,28                      | 6,3   |
| <b>2014</b> | 86.397    | 16.915,73                      | 5   |
| <b>2015</b> | 87.734    | 17.830,29                      | 5,4   |
| <b>2016</b> | 89.154    | 19.943,64                      | 11,9  |

Fuente: Empresa Berthier EBI de Costa Rica, 2017.

Como se observa en la Tabla 3, la tendencia de población y generación de residuos en el cantón de Alajuelita es de crecimiento. En los años de 2012 a 2015 la generación de residuos se incrementó en un promedio anual de 5,6% mientras que el crecimiento de 2015 a 2016 fue de 11,9%.

Esta situación de crecimiento de los residuos obliga a la municipalidad a incurrir en mayores costos de operación.

Debido a lo anterior en el año 2016, en el rubro 5.02.02.1.04.99 - Otros servicios de gestión y apoyo - se gastaron ₡ 203.835.450 (doscientos tres millones, ochocientos treinta y cinco mil, cuatrocientos cincuenta colones) en disposición final (Ver Tabla 16). Dado que se recolectaron 19.943,64 TM, el costo promedio por TM dispuesta fue de ₡10.220.

#### **1.4 Justificación del problema**

El presente proyecto de investigación surge a raíz de la importancia que tiene la gestión integral de residuos y su impacto en los ámbitos social, económico, político y ambiental para el bienestar común. En el caso de la Municipalidad de Alajuelita como gestor importante del desarrollo local, es de interés incentivar a las comunidades del cantón a que se encuentren informadas con proyectos en materia ambiental que contribuyan con la educación y sensibilización del manejo adecuado de los residuos.

El cantón de Alajuelita merece tener una mejora en el servicio de recolección de residuos para evitar contacto directo con los residuos sólidos que pueden provocar problemas de salud a todos sus habitantes y también en la imagen del cantón, evitando acumulación de residuos en las calles principales.

A nivel institucional ayuda a que la Municipalidad de Alajuelita obtenga un panorama más amplio sobre el tema, que le permita tomar una decisión de acuerdo a los resultados para actuar en beneficio de la comunidad y con ello mejorar la imagen de la institución.

A nivel personal como ciudadano residente, el interés de que el cantón cuente con las condiciones básicas de limpieza y velar por el bienestar de todos sus habitantes. Como profesional, que en este estudio de factibilidad se puedan poner en práctica los conocimientos adquiridos a través del tiempo y que le pueda brindar una

alternativa a la Municipalidad, así como la satisfacción personal de que quede plasmada una opción que pueda ser viable para mejorar.

De acuerdo a evaluaciones efectuadas por la Contraloría General de la República (CGR), la Municipalidad de Alajuelita obtuvo una baja calificación en el Índice de Gestión Municipal (IGM). El IGM es un documento que expone los resultados de la evaluación realizada a las 81 municipalidades del país. Esta evaluación está distribuida en cinco ejes, a saber: Desarrollo y gestión institucional; Planificación, Participación ciudadana y Rendición de cuentas; Gestión de desarrollo ambiental; Gestión de servicios económicos y Gestión de servicios sociales.

La metodología utilizada distribuye los gobiernos locales en cuatro grupos, tomando en consideración características similares en cuanto al presupuesto definitivo, Índice de Desarrollo Humano Cantonal (IDHc), kilómetros cuadrados del territorio y unidades habitacionales combinadas con el IDHc.

Por este motivo, la Municipalidad de Alajuelita se ubica en el grupo D compartiendo grupo con otras 20 municipalidades de todas las provincias, como se puede observar en el Tabla 4.

**Tabla 4. Conformación del grupo D según Informe Gestión Municipal (IGM)**

|              |             |               |
|--------------|-------------|---------------|
| Acosta       | Guatuso     | Puriscal      |
| Alajuelita   | Hojancha    | San Mateo     |
| Bagaces      | Jiménez     | Sarapiquí     |
| Buenos Aires | León Cortes | Talamanca     |
| Coto Brus    | Los Chiles  | Tarrazú       |
| Dota         | Matina      | Valverde Vega |
| Guácimo      | Nandayure   | Zarcelero     |

Fuente: Elaboración propia, 2017

Para conocer los resultados de la Municipalidad de Alajuelita, específicamente sobre el tema del servicio de recolección, depósito y tratamiento de residuos sólidos, en la Tabla 5 se analiza el eje número tres, denominado Gestión de desarrollo ambiental, en el que las áreas evaluadas son: Recolección de residuos; Depósito y tratamiento de residuos; Aseo de vías y sitios públicos.

**Tabla 5. Índice de Gestión Municipal del Cantón de Alajuelita**

| <b>Año</b> |                      | <b>Municipalidades</b> | <b>Gestión de Desarrollo Ambiental</b> | <b>Puntaje General</b> |
|------------|----------------------|------------------------|--|------------------------|
| 2013       | <b>Grupo D</b>       | <b>Alajuelita</b>      | 46.27                                  | 50.69                  |
|            | <b>Mejor Grupo D</b> | Valverde Vega          | 58.75                                  | 67.56                  |
| 2014       | <b>Grupo D</b>       | <b>Alajuelita</b>      | 45.99                                  | 55.53                  |
|            | <b>Mejor Grupo D</b> | Valverde Vega          | 67.83                                  | 75.49                  |
| 2015       | <b>Grupo D</b>       | <b>Alajuelita</b>      | 54.79                                  | 57.51                  |
|            | <b>Mejor Grupo D</b> | Coto Brus              | 59.12                                  | 60.42                  |

Fuente: Elaboración propia, 2017

En los resultados obtenidos del Índice Gestión Municipal del periodo 2015, se puede evidenciar la situación de la municipalidad de Alajuelita respecto a las otras 20 municipalidades pertenecientes al grupo D: presenta un progreso en el puntaje general de 57.51, respecto al 55.53 del año 2014, además, una mejora específicamente en el eje de Gestión de desarrollo ambiental del 54.79, respecto al 45.99 del año 2014.

Para la Municipalidad de Alajuelita ha sido la mejor puntuación obtenida en comparación con los tres años anteriores. Por esta razón, la Municipalidad tiene una gran oportunidad de mejorar el puntaje general y específicamente el eje de Gestión de desarrollo ambiental.

La necesidad de mejorar o disminuir los problemas encontrados permitirá una comunidad más limpia, además de disminuir todas las consecuencias que podría traer para las futuras generaciones, por ejemplo a nivel de salud problemas respiratorios, falta de agua por contaminación de fuentes, desastres naturales por la obstrucción de los residuos en lugares inapropiados, entre otros.

Finalmente, el presente trabajo de investigación procura contribuir tanto con la Municipalidad como con el cantón en general, a partir de la propuesta estratégica de gestión ambiental, que les permita realizar un adecuado manejo y utilización de los residuos.

## **1.5 Objetivos del proyecto**

### **1.5.1 Objetivo general**

Mejorar el servicio de recolección y transporte de residuos de la Municipalidad de Alajuelita a través de la evaluación de los procesos actuales con la finalidad de aprovechar al máximo los recursos para disminuir la cantidad de residuos destinados a la disposición final.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

1. Determinar la situación actual de los procesos recolección y transporte de residuos sólidos para el cantón de Alajuelita.
2. Proponer un plan de acción que permita la optimización del proceso de recolección y transporte de residuos para el cantón de Alajuelita.
3. Evaluar el costo beneficio de la propuesta en recolección y transporte de residuos.

## **1.6 Alcances y limitaciones**

### **1.6.1 Alcances**

Es importante mencionar que en este proyecto se hace un enfoque solamente en la recolección y transporte, por lo que no se enfatizara en los restantes procesos del sistema de recolección de residuos. No obstante, es importante tener en cuenta que en la Gestión Integral de los residuos sólidos existen fases claramente definidas.

La investigación contribuirá a incentivar a la Municipalidad de Alajuelita sobre la importancia de invertir recursos en la mejora del servicio de recolección y transporte de los residuos y paralelamente crear un cambio en la cultura de los habitantes de la necesidad de reciclar y reutilizar los residuos sólidos para beneficiar al medio ambiente.

Con lo anterior, se pretende realizar una propuesta que brinde una posible solución a las causas encontradas.

### **1.6.2 Limitaciones**

Tal y como se ha mencionado, el presente proyecto de investigación se desarrolla en la Municipalidad del cantón Alajuelita. Debido a que esta institución pertenece al sector público, durante el análisis de la investigación se encuentra la dificultad de conseguir información exacta debida a los niveles de burocracia que existen en la institución.

## **Capítulo II. MARCO TEORICO**

## **2.1. Marco conceptual general**

En esta sección del trabajo de investigación se describen variables relacionadas con el problema. De igual manera introduce teoría de diferentes autores que fundamentan el estudio de la investigación. Esta herramienta no sólo orienta sobre como habrá de llevarse a cabo el estudio, sino que provee un marco de referencia para interpretar resultados.

Las variables se estructuran en dos grandes grupos, en el primer grupo se encuentran las definiciones con base a la estructura de ingeniería industrial y en el segundo grupo se encuentran las definiciones que estructuran la gestión ambiental.

### **2.1.1. Conceptos de ingeniería industrial**

#### **2.1.1.1. Medición del trabajo**

La medición del trabajo es *“la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida”*. (Kanawaty, 1996, p.251)

La misma permite investigar, reducir y eliminar el tiempo improductivo. La medición del trabajo es la manera en que se puede medir el tiempo invertido en la realización de una operación de tal forma que el tiempo improductivo sea el que sobresalga. Por otro lado, funciona para fijar los tiempos de ejecución y crea una evidencia que en el momento que exista un cambio en el tiempo será notado por la organización.

#### **2.1.1.2. Estadística**

La estadística trata del recuento, ordenación y clasificación de los datos obtenidos por las observaciones, para poder hacer comparaciones y sacar conclusiones.

Un estudio estadístico consta básicamente de cuatro fases e inicia desde la recolección de datos o información, seguido por la fase de organizar y representar los datos recogidos, además de la fase de análisis de los datos representados y finalizando con la obtención de las conclusiones.

*“La estadística es vital en el control y monitoreo de procesos, y en la mejora e innovación de la calidad, ya que está conformada de un conjunto de técnicas y conceptos orientados a la recolección y el análisis de datos tomando en cuenta la variación en los mismos.”* (Gutiérrez, 2010, p146)

#### **2.1.1.2.1. Estadística descriptiva**

La estadística descriptiva es una técnica que obtiene, organiza y describe un conjunto de datos con el propósito de facilitar su uso generalmente con el apoyo de tablas o gráficas. Gómez menciona:

*“La estadística descriptiva registra los datos en tablas y los representa en gráficos. Calcula los parámetros estadísticos, que describen el conjunto estudiado”.* (Gómez, 2003, p.18).

Así, algunos estudian y aplican la estadística porque ella permite recoger y resumir un conjunto de datos de tal manera que las características y relaciones de este conjunto sean fácilmente comprensible.

#### **2.1.1.3. Proceso**

Un proceso es comprendido como todo desarrollo sistemático que conlleva una serie de pasos ordenados u organizados que se efectúan o suceden de forma alternativa o simultánea y se encuentran estrechamente relacionados entre sí y cuyo propósito es llegar a un resultado preciso. *“El propósito de un proceso industrial está basado en el aprovechamiento eficaz de los recursos naturales y por consecuencia mejorar su calidad de vida”* (García, 1997, p. 27).

Este concepto puede emplearse en distintos ámbitos y su principal objetivo es determinar una misma forma de accionar.

#### **2.1.1.4. Estudio de métodos**

El estudio de métodos o ingeniería de métodos es una de las más importantes técnicas del estudio del trabajo. *“Se basa en el registro y examen crítico sistemático de la metodología existente y proyectada, utilizada para llevar a cabo un trabajo u operación”* (Niebel, 2010, p. 145).

El objetivo fundamental del estudio de métodos es aplicar métodos más sencillos y eficientes para de esta manera aumentar la productividad de cualquier sistema productivo. *“El estudio de métodos se relaciona con la reducción del contenido de trabajo de una tarea u operación, a su vez que la medición del trabajo se relaciona con la investigación de tiempos improductivos asociados a un método en particular”* (Niebel, 2014, p. 364).

#### **2.1.1.5. Método de transporte**

Se refiere a la distribución de mercancía desde cualquier conjunto de centros de suministro denominados orígenes (fuentes), hasta cualquier conjunto de centros de recepción, llamados destinos, de tal forma que se minimicen los costos totales de distribución. Cada origen tiene que distribuir ciertas unidades a los destinos y cada destino tiene cierta demanda de unidades que debe recibir de los orígenes.

Hamdy A.Taha (2004) menciona que *“El objetivo es determinar el programa de transporte que minimice el costo total del transporte y que al mismo tiempo satisfaga los límites de la oferta y la demanda”* (p.165).

Esto supone que el costo de transporte es proporcional a la cantidad de unidades transportadas en determinada ruta.

## **2.1.2. Conceptos de gestión ambiental**

Por otro lado es importante señalar como segundo grupo los conceptos relativos a la gestión ambiental, debido a que son variables relacionadas con el problema en estudio y se evidencia su relación con la ingeniería industrial mediante procesos de generación e indicadores de rendimiento.

### **2.1.2.1. Municipalidad**

En el Código Municipal se define como una persona jurídica estatal, con patrimonio propio y personalidad, para ejecutar todo tipo de actos y contratos para cumplir sus fines a las personas residentes en un mismo cantón, que promueven y administran sus propios intereses por medio del Gobierno Municipal. La municipalidad posee la autonomía política, administrativa y financiera que le confiere la Constitución Política.

### **2.1.2.2. Gestión ambiental**

La Organización Panamericana de la Salud (OPS) la define como...*“conjunto de acciones que buscan orientar y alentar cambios en las actividades sociales y económicas, como productores y consumidores, para transitar hacia un desarrollo sustentable”*.

La gestión ambiental es un proceso que está orientado a resolver, mitigar o prevenir los problemas de carácter ambiental, con el propósito de lograr un desarrollo sostenible, entendido éste como aquel que le permite al hombre el desenvolvimiento de sus potencialidades y su patrimonio biofísico y cultural.

### **2.1.2.3. Ley integral de residuos no. 8839**

Según la legislación de nuestro país, las 81 municipalidades y 8 concejos de distrito son los responsables de los servicios de residuos sólidos: recolección, tratamiento y disposición final.

Desde julio de 2010 fue publicada la Ley N°8839, Ley para la gestión integral de residuos. En esta ley se incluye un conjunto de disposiciones regulatorias en

materia de residuos. La nueva visión de esta temática se podría resumir en cuatro aspectos:

- a) Se estipula el concepto de gestión integral de residuos, bajo el cual se debe evitar, disminuir y aprovechar al máximo los recursos*
- b) Se reitera la Rectoría del Ministerio de Salud en el tema de residuos sólidos*
- c) Las municipalidades tendrán ahora más responsabilidades en esta materia*
- d) Todos los generadores deberán responsabilizarse por sus residuos sólidos.*

En este sentido se deben destacar los siguientes artículos relevantes:

### ***“Artículo 8.- Funciones de las municipalidades***

*Las municipalidades serán responsables de la gestión integral de los residuos generados en su cantón. Para ello deberán:*

*Establecer y aplicar el Plan Municipal para la Gestión Integral de Residuos en concordancia con la Política y el Plan Nacional.*

*Dictar los reglamentos en el cantón para la clasificación, recolección selectiva y disposición final de residuos, los cuales deberán responder a los objetivos de esta Ley y su Reglamento.*

*Promover la creación de una unidad de gestión ambiental, bajo cuya responsabilidad se encuentre el proceso de la gestión integral de residuos, con su respectivo presupuesto y personal.*

*Garantizar que en su territorio se provea del servicio de recolección de residuos en forma selectiva, accesible, periódica y eficiente para todos los habitantes, así como de centros de recuperación de materiales, con especial énfasis en los de pequeña y mediana escala para la posterior valorización.*

*Proveer de los servicios de limpieza de caños, acequias, alcantarillas, vías, espacios públicos, ríos y playas cuando corresponda, así como del manejo sanitario de animales muertos en la vía pública.*

*Prevenir y eliminar los vertederos en el cantón y el acopio no autorizado de residuos.*

*Impulsar sistemas alternativos para la recolección selectiva de residuos valorizables como contenedores o receptores, entre otros.*

*Fijar las tasas para los servicios de manejo de residuos que incluyan los costos para realizar una gestión integral de estos, de conformidad con el plan municipal para la gestión integral de residuos, esta Ley y su Reglamento, y en proporción con la cantidad y la calidad de los residuos generados, asegurando el fortalecimiento de la infraestructura necesaria para brindar dichos servicios y garantizando su autofinanciamiento.*

*Coordinar el cumplimiento de esta Ley y su Reglamento, la política y el Plan Nacional y cualquier otro reglamento técnico sobre gestión integral de residuos dentro del municipio.*

*Promover la capacitación y realizar campañas educativas de sensibilización de los habitantes del cantón respectivo para fomentar la cultura de recolección separada, de limpieza de los espacios públicos y de gestión integral de residuos.*

*Establecer convenios con microempresas, cooperativas, organizaciones de mujeres y otras organizaciones y/o empresas locales, para que participen en el proceso de gestión de los residuos, especialmente en las comunidades que se ubican lejos de la cabecera del cantón.*

*Se autoriza a las municipalidades para que desarrollen tecnologías alternativas para el tratamiento de residuos, siempre y cuando sean menos contaminantes. Para tal fin, podrán utilizar los instrumentos de planificación y gestión previstos en el Código Municipal, entre ellos los mecanismos de integración asociativa y empresarial. Se autoriza, además, a establecer tasas diferenciadas, según el tipo y la cantidad de residuos a aquellos que separen en la fuente, u otra forma de incentivo fiscal para*

*el generador o el gestor, que contribuya en el cantón a la gestión integral de residuos.”*

### **“Artículo 12.- Planes municipales de residuos**

*El plan municipal de gestión integral de residuos es el instrumento que orientará las acciones de las municipalidades para la gestión integral de residuos en el cantón. Se elaborará a partir de los lineamientos dictados en el Plan Nacional y el Reglamento de esta Ley. Este plan podrá ser formulado en forma mancomunada con otras municipalidades.*

*La municipalidad convocará a una audiencia pública conforme lo establecerá el Reglamento de esta Ley, en coordinación con el Ministerio de Salud, a fin de presentar formalmente a la comunidad y a los interesados los alcances del plan municipal de gestión integral de residuos.*

*Los planes municipales serán presentados ante el Ministerio de Salud para su registro, seguimiento y monitoreo.”*

Reglamentación asociada a la Gestión Integral de Residuos. Para hacer operativa una ley debe contar con su respectiva reglamentación. Actualmente, en el tema de la Gestión Integral de Residuos, Costa Rica cuenta con una serie de Reglamentos publicados y asociados a la Ley para la Gestión Integral de Residuos. Estas regulaciones son:

#### **Decreto No. 37567- SMINAET- H**

Reglamento General a la Ley para la Gestión Integral de Residuos, publicado en el diario oficial La Gaceta No. 55 del 19 de marzo del 2013, que tiene como objetivo regular la gestión de los residuos a nivel nacional, a fin de asegurar el trabajo articulado en la gestión integral de residuos para prevenir riesgos sanitarios, proteger y promover la calidad ambiental, la salud y el bienestar de la población.

## Decreto No. 36093-S

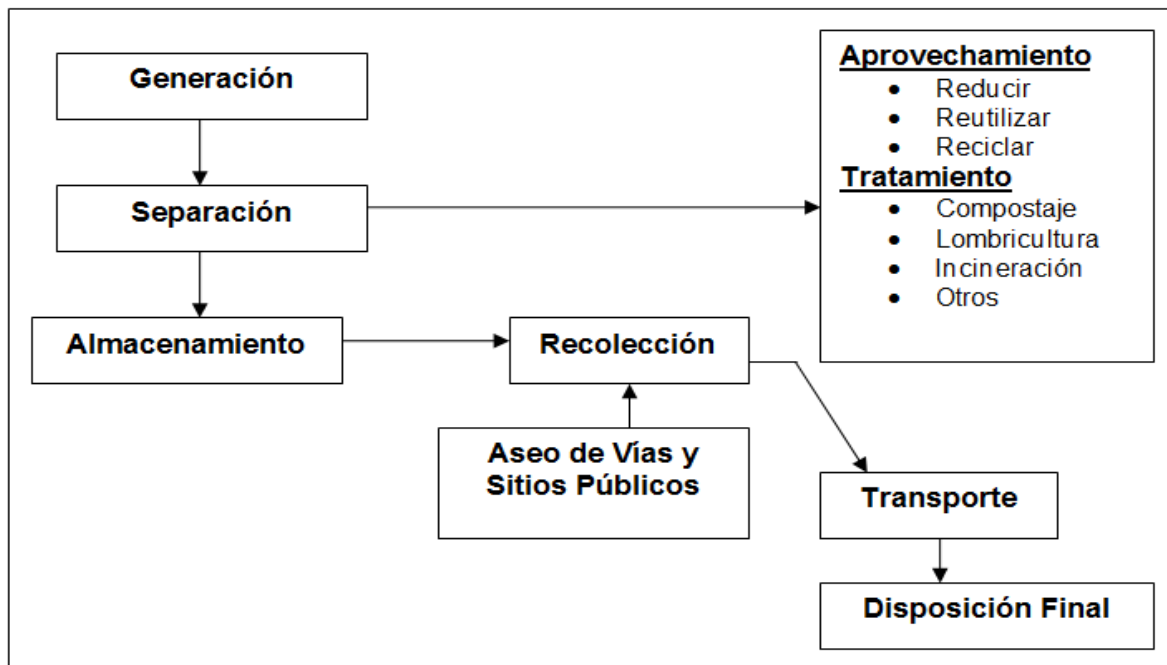
Reglamento sobre el manejo de residuos sólidos ordinarios, publicado en el diario oficial La Gaceta N° 158 del 16 de Agosto del 2010. Este reglamento tiene como fin la protección de la salud pública y del ambiente, por medio de la gestión integral de los residuos sólidos ordinarios. Regula los aspectos relacionados con la gestión integral de los residuos ordinarios cualquiera que sea la actividad o el lugar de generación, incluyendo principalmente el almacenamiento, recolección, barrido y limpieza de vías y áreas públicas, transporte y transferencias, valorización, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos ordinarios.

### 2.1.2.4. Gestión integral de residuos solidos

La Organización Panamericana de la Salud (OPS) la define como...*“Toda actividad técnica administrativa de planificación, coordinación, concertación, diseño, aplicación y evaluación de políticas, estrategias, planes y programas de acción de manejo apropiado de los residuos sólidos en el ámbito nacional, regional o local.”*

En la Figura 3 se visualizan formalmente las fases de la gestión Integral de residuos.

Figura 3. Fases de la gestión integral de residuos solidos



Fuente: Fundación CEPRONA y Organización Panamericana de la Salud (OPS)

#### **2.1.2.5. Generador**

Persona física o jurídica, pública o privada, que produce residuos al desarrollar procesos productivos, agropecuarios, de servicios, de comercialización o de consumo. (Ley 8839, 2010).

#### **2.1.2.6. Residuo**

Material sólido, semisólido, líquido o gas, cuyo generador o poseedor debe o requiere deshacerse de él y que puede o debe ser valorizado o tratado responsablemente o, en su defecto, ser manejado por sistemas de disposición final adecuados (Ley 8839, 2010).

#### **2.1.2.7. Residuo ordinario**

Residuos de carácter doméstico generados en viviendas y en cualquier otra fuente, que presentan composiciones similares a los de las viviendas. Se excluyen los residuos de manejo especial o peligroso, regulados en esta Ley y en su Reglamento (Ley 8839, 2010).

#### **2.1.2.8. Valorizable**

Conjunto de acciones asociadas cuyo objetivo es procurarle valor de los residuos para los procesos productivos mediante la recuperación de materiales o el aprovechamiento energético para la protección de la salud y el uso racional de los recursos. (Reglamento sobre el manejo de residuos sólidos ordinarios, 2010).

#### **2.1.2.9. Residuo valorizable**

Residuos que pueden ser recuperados de la corriente de los residuos sólidos ordinarios para su valorización. (Ley 8839, 2010).

#### **2.1.2.10. Generación diaria de residuos**

La generación de residuos es una consecuencia directa de cualquier tipo de actividad desarrollada por el hombre. Hace algunos años, un gran porcentaje de los residuos eran reutilizados en muy diversos usos, pero hoy en día nos encontramos en una sociedad de consumo que genera gran cantidad y variedad de residuos procedentes de un amplio abanico de actividades.

En los hogares, oficinas, mercados, industrias, hospitales, entre otros, se producen residuos que es preciso recoger, tratar y eliminar adecuadamente. (Organización Panamericana de la Salud (OPS) ,2002)

#### **2.1.2.11. Recolección de residuos solidos**

Según el Plan de manejo de residuos sólidos en la gestión ambiental municipal, la recolección es la: *“acción de recoger y trasladar los residuos generados, al equipo destinado a transportarlos a las instalaciones de almacenamiento, transferencia, tratamiento, recurso o a los sitios de disposición final”*. (Rellenos Sanitarios, 1993)

#### **2.1.2.12. Lixiviados**

Son *“líquidos que se forman dentro del relleno sanitario, producto de la filtración del agua de lluvia, de la descomposición de la materia orgánica y el agua que poseen los residuos. Los líquidos circulan dentro del relleno, por lo que arrastran materiales suspendidos y disueltos, lo que hace que los lixiviados sean aguas residuales de alto valor contaminante y es importante drenarlas para tratarlas posteriormente en algún sistema de tratamiento.”* (Rellenos Sanitarios, 1993).

#### **2.1.2.13. Relleno sanitario**

*“Es la técnica mediante la cual diariamente los residuos sólidos se depositan, esparcen, acomodan, compactan y cubren empleando maquinaria. Su fin es prevenir y evitar daños a la salud y al ambiente, especialmente por la contaminación de los cuerpos de agua, de los suelos, de la atmosfera y a la población al impedir la propagación de artrópodos y roedores.”* (Rellenos Sanitarios, 1993).

#### **2.1.2.14. Tratamiento y disposición final de los desechos solidos**

*“El tratamiento de los residuos sólidos se define como cualquier proceso, método o técnica que permita modificar la característica física, química o biológica del residuo sólido, a fin de reducir o eliminar su potencial peligro de causar daños a la salud y al ambiente.”* (Plan de manejo de residuos sólidos en la gestión ambiental municipal, 2010).

#### **2.1.2.15. Reciclaje**

*“Transformación de los residuos por medio de distintos procesos de valorización que permiten restituir su valor económico y energético, evitando así su disposición final, siempre y cuando esta restitución implique un ahorro de energía y materias primas sin perjuicio para la salud y el ambiente.”* (Ley 8839, 2010).

#### **2.1.2.16. Indicadores de gestión integral de residuos**

*“Los indicadores son cifras que se obtienen a través del análisis de actividades y resultan de relacionar cantidades prefijadas para obtener valores determinados. La comparación constante de los valores obtenidos se utiliza para la toma de decisiones y el mejoramiento continuo, por ello, representan una herramienta gerencial.”* (Indicadores para el gerenciamiento del servicio de limpieza pública, 2002).

#### **2.1.2.17. Producción per cápita de los residuos**

Conocida por sus siglas PPC, se define como el peso estimado de los residuos sólidos generados por una persona expresados en kilogramos durante el día.

*“Este índice sirve de base para la planificación del servicio de recolección porque permite establecer sectores y rutas de recolección, así como estimar la cantidad de residuos que genera la ciudad donde se presta el servicio. Está en función del estrato socioeconómico de la población, infraestructura urbana del lugar, cobertura y calidad del servicio de recolección.”* (Guía para el manejo de residuos sólidos en ciudades pequeñas y zonas rurales, 2014, OPS).

#### **2.1.2.18. Cobertura de recolección (%)**

*“Permite conocer el porcentaje de la población total del distrito que cuenta con servicio de recolección. En este índice se considera de manera implícita la adecuada planificación del servicio, acceso a los lugares donde se presta el servicio y frecuencia del servicio.”* (Indicadores para el gerenciamiento del servicio de limpieza pública, 2002, OPS)

#### **2.1.2.19. Densidad de los residuos**

*La densidad de los residuos sólidos es una medida que relaciona el peso en kilogramos (Kg) y el volumen en metros cúbicos (M3) que ocupan estos residuos.* (Guía para el manejo de residuos sólidos en ciudades pequeñas y zonas rurales, 2014, OPS)

#### **2.1.2.20. Composición física de los residuos sólidos**

*Se refiere a la clasificación porcentual de los distintos materiales que componen la totalidad de los residuos sólidos generados por la población.* (Guía para el manejo de residuos sólidos en ciudades pequeñas y zonas rurales, 2014, OPS).

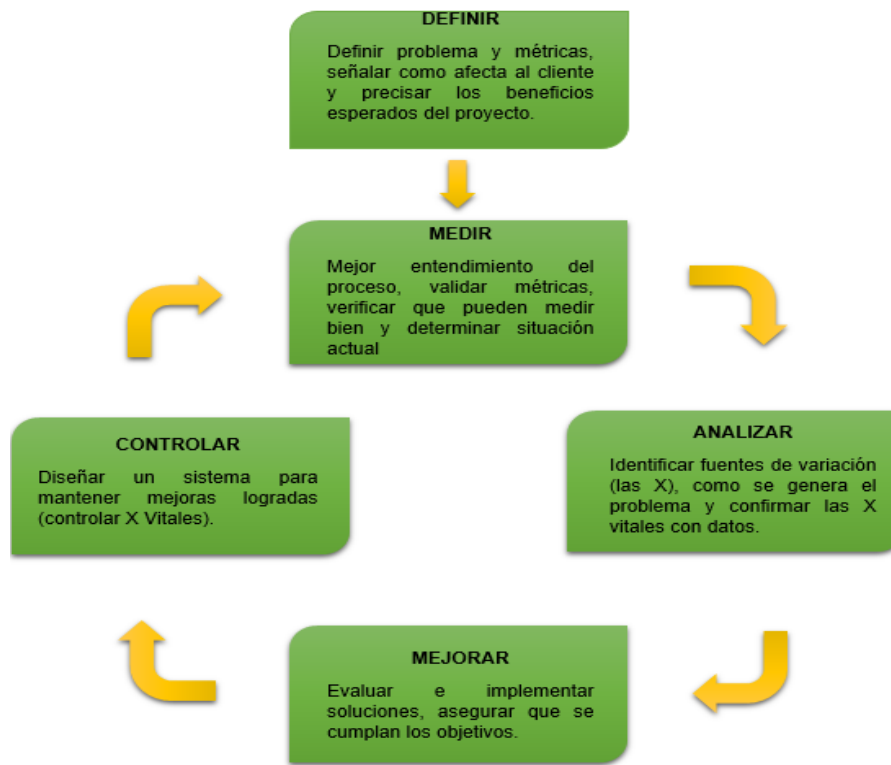
## 2.2. Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto

### 2.2.1. Metodología DMAIC

Dentro de la mejora de procesos está incluido el ciclo DMAIC, que es utilizado como parte de la metodología Six Sigma. La identificación de los pasos encamina, principalmente, a la identificación y ponderación de los procesos para identificar las opciones de mejora halladas durante cualquier proceso investigativo. (George, 2003, p. 24).

DMAIC es un acrónimo que significa Definir, Medir, Analizar, Implementar mejoras y Controlar. Es un enfoque estructurado, disciplinado y riguroso para el mejoramiento de procesos que consiste en las cinco fases antes mencionadas, donde cada fase se encadena lógicamente con la fase previa así como con la siguiente. En la Figura 4 se observan las fases de esta metodología, teniendo en cuenta que I=Improvement=mejorar, el acrónimo es en inglés.

Figura 4. Fases de la metodología DMAIC



Fuente: elaboración propia, 2017

### **2.2.1.1. Definir**

El principal objetivo de esta etapa es definir el problema y alcance del proyecto, así como identificar condiciones externas que podrían afectar el resultado.

Esta etapa es una de las más importantes y se concentra, principalmente, en la fotografía actual del proceso y que posteriormente será tomado por las etapas siguientes para su análisis y búsqueda de oportunidades de mejora. Los roles y recursos deben ser clarificados desde esta etapa del proyecto para evitar malos entendidos en las etapas posteriores.

El dueño del proyecto tiene que estar claro en las expectativas de los otros miembros del equipo hacia él, cómo será la comunicación y la forma en que las decisiones serán tomadas. Todos los miembros del equipo, así como sus supervisores necesitarán un estimado real de la participación a lo largo del proyecto, además de las horas se pretende que trabajen en la investigación.

Algunas veces se tiende a asumir que todas las personas entienden el proceso y lo que él involucra; sin embargo, no debe dejarse ningún portillo abierto en ninguna etapa del ciclo DMAIC.

- **Diagrama de flujo**

Los diagramas de flujo y los diseños son herramientas que mejoran la explicación de los procesos, son útiles en el desarrollo de documentación de sistemas de gestión, describen los procesos de forma más amigable que los instructivos y disminuyen la resistencia del personal a utilizar manuales como documentos de referencia.








*“Un diagrama de flujo es la representación gráfica del flujo o secuencia de rutinas simples, indica la secuencia del proceso en cuestión, las unidades involucradas y los responsables de su ejecución” (Meyers, 2006, p, 152)*

Es decir, viene a ser la representación simbólica o pictórica de un procedimiento administrativo.

Son importantes los diagramas de procesos en toda organización y departamento, ya que permiten la visualización de las actividades innecesarias y verifica si la distribución del trabajo está equilibrada, es decir, bien distribuida en las personas, sin sobre cargo para algunas mientras otros trabajan con mucha holgura. *“El diagrama de procesos se trata de una muy útil herramienta para poder entender correctamente las diferentes fases de cualquier proceso y su funcionamiento”* (Cisternas, 2009, p.19)

Para la construcción de los procesos, se requiere una simbología para detectar el proceso por medio de los diagramas de flujo. *“Las diversas organizaciones usan distintos símbolos y procesadores de información de los diagramas de flujo”* (Nicholas, 2005, p.22). En la Figura 5 se hace la descripción de cada símbolo.

**Figura 5. Simbología y descripción del diagrama de flujo**

| Símbolo   | Descripción  |
|---|--|
|   | Representa el inicio o culminación de un proceso.                |
|  | Representa la ejecución de una operación o actividad de trabajo. |
|  | Representa la ejecución de una actividad simultánea.             |
|  | Representación de que el proceso continúa en otra página.        |
|  | Representa una incógnita o condición para continuar el proceso.  |
|  | Representa un conector y enlaza las actividades.                 |
|  | Representa un transporte de una operación                        |

Fuente: elaboración propia, 2017

### **2.2.1.2. Medir**

El objetivo de esta etapa de medición es obtener la mayor información posible sobre el proceso actual para ser capaz de entenderlo plenamente y conocer qué tan bien está el mismo.

Consiste en la caracterización del proceso o sistemas afectados, estudiando su funcionamiento y comportamiento actual para satisfacer los requerimientos para cualquier operación que vaya a analizarse. Durante esta fase deben utilizarse solamente aquellas herramientas que agreguen valor a la investigación, y que su utilización permita dar conclusiones sólidas sobre el proceso en estudio.

Esto involucra tres puntos clave: crear un mapa detallado del proceso, obtener información base, analizar y resumir la información recopilada. En algunos casos, el mapeo del proceso es, principalmente, creado para que la información recolectada de ahí, sea guía primaria para agrupar mejor la información.

En otros casos, la información general que se necesita ya es conocida y las dos piezas pueden trabajar simultáneamente. Durante esta etapa también suelen utilizarse gráficos de control, este, de forma cronológica.

### **2.2.1.3. Análisis ( Analizar)**

El objetivo de la etapa de Análisis es identificar las posibles causas raíces para el problema que se está estudiando, luego confirmar la causa raíz con la información recopilada.

Existen objetivas claves para la fase de Mejoras:

- Para los procesos existentes, analizar la información necesaria para identificar las maneras de eliminar portillos entre el proceso actual y el deseado.
- Analizar las fuentes de información que contribuyen a la Investigación

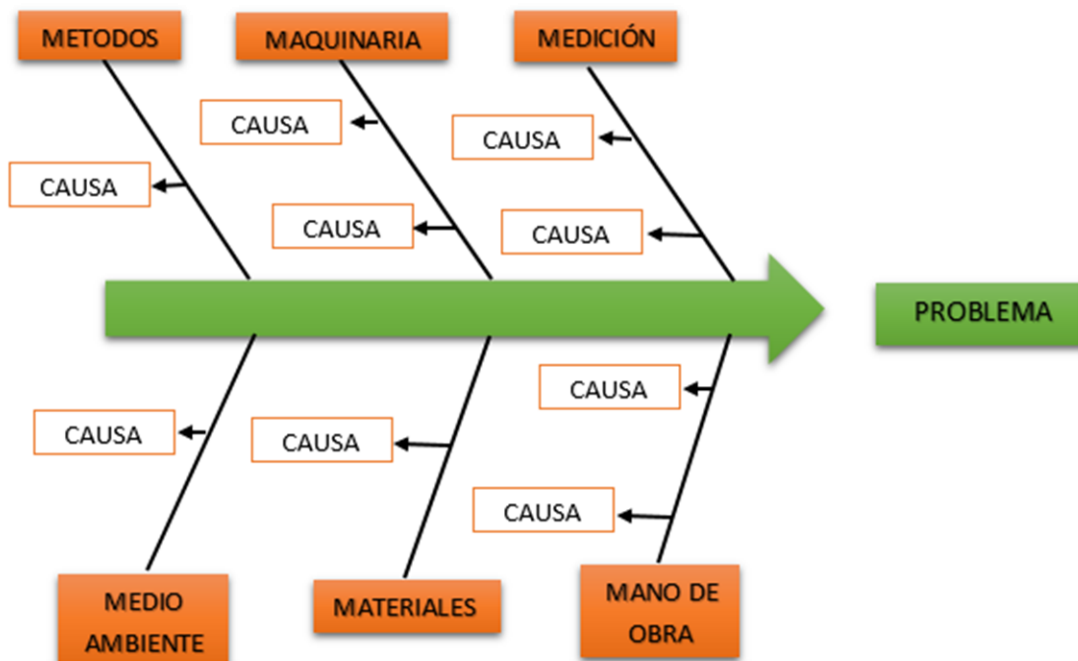
- Determinar los factores y requerimientos que impactan e influyen significativamente en el proceso.

- **Diagrama causa-efecto (Ishikawa)**

*“Es una herramienta que representa la relación entre un efecto (problema) y todas las posibles causas que lo ocasionan. Es denominado diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pescado por ser parecido al esqueleto de un pescado” (Gutiérrez, 2013, p. 152).*

Se utiliza para clarificar las causas de un problema. Clasifica las diversas causas que se piensa que afectan los resultados del trabajo, señalando con flechas la relación causa – efecto entre ellas. En la Figura 6 se observa la conformación del Diagrama de Ishikawa.

**Figura 6. Estructura del Diagrama de Ishikawa**



Fuente: elaboración propia, 2017

- **Diagrama Pareto (80-20)**

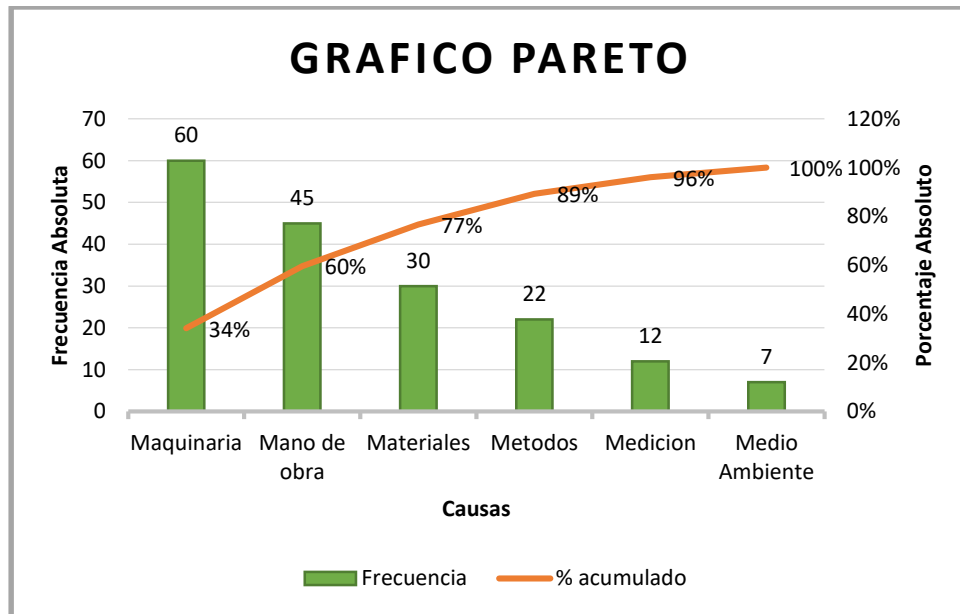
El diagrama de Pareto es una herramienta de análisis que ayuda a tomar decisiones en función de prioridades. *“El 80% de los problemas se pueden solucionar, si se eliminan el 20% de las causas que los originan”*. (Gutiérrez, 2013, p.140).

En otras palabras: un 20% de los errores vitales causan el 80% de los problemas, o lo que es lo mismo: en el origen de un problema, siempre se encuentra un 20% de causas vitales y un 80% de triviales.

Es por lo enunciado en los párrafos anteriores que al Diagrama de Pareto también se le conoce como regla 80 - 20 o también por *“muchos triviales y pocos vitales”* o por la curva C-A-B. (Gutiérrez, 2013, p. 140).

El diagrama de Pareto es un caso particular del gráfico de barras, en el que las barras que representan los factores correspondientes a una magnitud cualquiera están ordenados de mayor a menor (en orden descendente) y de izquierda a derecha. En la Figura 7 se visualiza el Gráfico de Pareto.

**Figura 7. Gráfico de Pareto**



Fuente: Elaboración propia, 2017

#### **2.2.1.4. Implementar Mejoras (Improvement en Ingles)**

El objetivo principal de la etapa de mejoras es implementar un nuevo sistema que sea capaz de controlar el servicio y, además, que sea estable a lo largo del tiempo. La primera consideración es dar prioridad a las oportunidades, si es que existen varias alternativas de mejoras.

Una vez que la mejor propuesta de mejora ha sido seleccionada, se establecen los mejores parámetros y escenarios para llevarlo a cabo. Dentro de esta etapa deben identificarse riesgos potenciales.

- **¿Qué necesito hacer?**

En esta etapa se desarrollan y cuantifican las soluciones potenciales. Si las causas que impactan al problema son conocidas se trabaja en el plan de acción, si no hay que encontrar el origen de los problemas utilizando herramientas de Ingeniería Industrial.

El propósito de la fase de mejora es:

- Generar ideas acerca de maneras de mejorar el servicio.
- Diseñar, hacer pruebas e implementar mejoras.
- Respaldar las mejoras.

#### **2.2.1.5. Control (Controlar)**

Esta fase es para asegurarse de que las mejoras identificadas e implementadas sean mantenidas incluso una vez finalizado el proyecto. Para lograr el éxito de esta fase es importante estandarizar procedimientos, asegurarse de que los operadores tengan el entrenamiento adecuado y comunicar los resultados del proyecto.

Además, deben existir planes para dar seguimiento a las acciones tomadas durante esta etapa.

Cabe destacar que para una implementación de cualquier proyecto de mejora se requiere de una fase de control sólida, que permita que los cambios sean mantenidos a lo largo del tiempo.

Algunas herramientas de control son el uso de métricas para monitorear los resultados y realización de auditorías para verificar la estabilidad de lo propuesto.

### **2.3. El marco conceptual referente al impacto del proyecto**

La inadecuada gestión de los residuos sólidos genera tres impactos negativos: el impacto al ambiente, el impacto sobre la salud humana y el impacto sobre la economía. Estos tres grandes problemas afectan de forma directa o indirecta a todas las personas, además, estos impactos pueden desencadenar otras series de problemas, que a su vez afectan a los ecosistemas e involucrando a todos los seres vivos.

#### **2.3.1. Impacto al ambiente**

El medio ambiente sufre la contaminación de las aguas superficiales o subterráneas, debido al vertimiento de residuos sólidos a ríos, arroyos y océanos, generando igualmente la contaminación de la población que habita en estos medios. También se presenta la contaminación del aire y de todo el entorno atmosférico a causa de los residuos sólidos abandonados en los vertederos ilegales de residuos y del humo generado de las quemas e incendios.

Además, se presenta la contaminación de los suelos, debido a la utilización de líquidos o sustancias tóxicas y a la quema de los residuos, provocando el envenenamiento e infertilidad de los suelos que la dejan inutilizada por largos períodos de tiempo y que afectan negativamente a las plantas, animales y seres humanos.

La acumulación de residuos en lugares no aptos, aparte de constituir una molestia pública, ya que invaden los caminos, emiten olores desagradables, polvos irritantes, también restan belleza al panorama y por ende se presenta un deterioro estético de la ciudad.

### **2.3.2. Impacto sobre la salud humana**

Se presenta con la aparición y propagación de enfermedades infectocontagiosas de diversa índole, debido a diversas situaciones como vertederos ilegales de residuos, que facilitan el acceso a los residuos por parte de todo tipo de animales, y por consiguiente, la potencial propagación de enfermedades y contaminantes químicos.

Además, los vertederos de residuos permiten que el viento transporte polvo con agentes patógenos y materiales peligrosos, que sumado al humo generado de la quema de los residuos, se vuelva mucho más susceptible a que en la población se presenten enfermedades respiratorias, irritaciones nasales y visuales.

Asimismo, los vertederos ilegales de residuos en lugares no autorizados, junto con las condiciones climáticas facilitan la potencial diseminación de enfermedades como el Zika, Chikungunya y Dengue, transmitidos por el zancudo *Aedes Aegypti*.

Por otro lado, hay numerosos estudios que confirman el deterioro anímico y mental de las personas indirectamente afectadas, evidenciando el perjuicio que pueden ocasionar los residuos sólidos en las personas sin necesidad de ser contaminadas directamente.

### **2.3.3. Impacto a la economía**

Impacto sobre la economía ya que se gastan miles de millones de colones en salarios, combustibles, reparaciones y compra de vehículos recolectores o la contratación de empresas privadas que brindan los servicios de recolección y disposición final.

Además, debido a las distintas enfermedades que se presentan por el inadecuado manejo de los residuos sólidos la Caja Costarricense de Seguro Social invierte grandes cantidades de dinero en medicamentos, infraestructura, servicios públicos y todo lo necesario para combatirla.

Por esta situación, las empresas deben costear las incapacidades de sus trabajadores generadas debido a la contaminación por la inadecuada utilización de los residuos.

Por otra parte, en muchas ocasiones se tienen que invertir recursos monetarios para crear áreas de recreo o lugares seguros libres de contaminantes para poblaciones afectadas.

El poco conocimiento y educación sobre el tema por parte de las comunidades hace que un sector sea indiferente ante esta problemática. Por lo tanto, la sensibilización así como la participación de la comunidad es fundamental para lograr una disminución en los residuos que diariamente se generan y evitar que se presente algún tipo de efecto adverso.

#### **2.3.4. Análisis económico**

Un análisis económico es una evaluación financiera que tiene como finalidad establecer la rentabilidad en la realización de un proyecto. Posee una agrupación de herramientas que se utilizan para diagnosticar la situación de la empresa, con la finalidad de una adecuada toma de decisiones.

Basándose en lo anterior, el análisis económico representa un punto de importancia para la empresa, ya que muestra la realidad de la situación y cuáles son los costos vs el cumplimiento de objetivos. Además cuáles son los recursos necesarios para poder realizar el proyecto y posibles alternativas, para que la empresa tome decisiones.

## **2.4. Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes**

Se menciona un proyecto de tesis relacionados con el tema en cuestión, para vincular hacia donde se dirige la investigación y que conclusiones importantes pueden apartar.

Para el año 2012 se realizó un proyecto final de graduación para optar por el grado de Licenciatura en ingeniería ambiental en la Municipalidad de Monte de Oca que consistía en la *optimización del sistema de recolección de residuos sólidos del cantón de Montes de Oca* por parte del estudiante David Hernández Parra. Dicho proyecto sirvió de parámetro para que la Municipalidad de Montes de Oca aumentara la maquinaria y mejorara la frecuencia para prestar el servicio de forma óptima a nivel residencial.

En el año 2014 se realizó una práctica de graduación como requisito para optar por el título de Licenciatura en Administración de empresas con énfasis en Banca y Finanzas. Consistía en el *Estudio de factibilidad para la privatización del servicio de recolección de residuos ordinarios para la municipalidad de Alajuelita y la creación del centro de reciclaje municipal*, por parte del estudiante Greivin Valencia López,

Este estudio arrojó datos interesantes que sirven como parámetro para la realización del estudio del sistema de recolección y transporte de residuos sólidos ordinarios.

Por otro lado el Departamento de Gestión Ambiental y el Departamento de Servicios Ambientales de la Municipalidad de San José para el año 2016 realizó un estudio de caracterización de residuos sólidos para el cantón de San José, el estudio determino la tasa de generación de residuos sólidos en kilogramos por habitante por día, para cada uno de los distritos del cantón de San José, así como la caracterización de los componentes presentes en los residuos sólidos generados tanto en viviendas como en comercios del cantón de San José.

## **Capitulo III. MARCO METODOLOGICO**

### 3.1. Metodología para la definición del problema

En este capítulo se describe de forma secuencial la metodología general y específica para el desarrollo del proyecto. Éste se basa claramente en las etapas de DMAIC, por consiguiente se detalla cada una de ellas, desde la definición del problema hasta el planteamiento de posibles soluciones y su mantenimiento a través del tiempo.

Para una mejor comprensión, en la Tabla 6 se presenta el cuadro de la metodología empleada, se da una explicación detallada de las acciones ejecutadas en cada sección del proyecto.

**Tabla 6. Metodología para la definición del problema**

|           | <b>Definir</b>                              | <b>Medir</b>  | <b>Analizar</b>  | <b>Implementar</b>  | <b>Controlar</b>                             |
|-----------|---|---|--|---|--|
| <b>1)</b> | Determinar las prioridades del departamento | Determinar el método de medición  | Utilización de encuestas y sondeos de opinión                            | Implementación de propuestas  | Evaluación del cumplimiento de los objetivos |
| <b>2)</b> | Definición del problema                     | Conocer el estado actual del servicio de recolección y transporte de residuos | Análisis de información mediante a herramientas de ingeniería industrial | Generar un plan de mejoras de recorrido en el trazado actual de la ruta | Conclusiones                                 |
| <b>3)</b> | Establecimiento de objetivos y alcances     |   |  | Levantamiento del procedimiento   |  |
| <b>4)</b> | Creación del diagrama de Flujo del proceso  | Recopilación de toda la información para conocer los hechos relevantes        | Determinación de las causas relevantes                                   | Plan de capacitación o explicación                                      | Recomendaciones                              |

Fuente: elaboración propia, 2017

➤ **Determinar las prioridades del departamento**

El Departamento de Gestión Ambiental de la Municipalidad de Alajuelita ha priorizado tener mayor disponibilidad para mejorar el servicio de recolección residuos del cantón de Alajuelita. De esta manera se puede liberar la cantidad de inconformidades argumentadas por los habitantes de Alajuelita debido al servicio prestado por la municipalidad y por lo tanto deben estar en proceso de mejora continua.

El presente proyecto se alinea con los objetivos de la Institución, y pretende dar un aporte significativo al mejoramiento del servicio de recolección de residuos, mediante a un estudio de campo y sondeo de opinión para comprobar las inquietudes y sugerencias de los habitantes de Alajuelita por el servicio brindado.

➤ **Definición del problema**

Actualmente la Municipalidad de Alajuelita presenta constantes problemas para brindar el servicio de recolección de residuos en el cantón, ya que cuentan con pocos controles y mecanismos de seguimiento para manejo de los residuos.

Además, la municipalidad tiene como obligación amparada por las leyes a velar y ejecutar una adecuada gestión integral de los residuos sólidos.

Al revisar información histórica que posee el departamento, se desconoce de la realización de estudio de campo para determinar las zonas del cantón de Alajuelita donde se recibe a cabalidad el servicio de recolección de los residuos de forma correcta.

Si no se llegara a resolver el problema se seguirán acumulando más inconformidades por parte de la comunidad de Alajuelita por la cantidad de residuos que se dejan de recoger por no tener estrategias adecuadas para prestar los servicios de recolección.

Partiendo de dicho problema, lo siguiente es analizar la información y generar el objetivo general y los objetivos específicos con similitud a las necesidades y metas

de la institución. Se debe tomar en cuenta la disponibilidad de la información, participación y colaboración de los miembros de la institución ya que de esto depende el alcance del proyecto.

Para la elaboración de los objetivos, se toma en cuenta la ayuda de expertos tales como profesores, tutores y miembros de la municipalidad. Además, se debe tomar en cuenta fuentes de información que sean confiables para obtener herramientas, técnicas, teorías metodológicas que sirvan de guía para la elaboración del proyecto.

Formar equipo de trabajo

- Administrador Municipal: patrocinador del proyecto.
- Supervisor del proceso: autor de la investigación.
- Jefe de Operaciones: revisa y aprueba los cambios de la implementación.
- Gestora Ambiental: revisa la documentación y valida las propuestas.

#### ➤ **Establecimientos de objetivos y alcances**

Una vez que se ha definido el problema, el siguiente paso es delimitar el alcance de la investigación. Es por ello que se debe analizar, con cuidado, el objetivo general y los específicos de la investigación.

En esta etapa se debe tomar en cuenta el nivel de acceso que se tenga a la información del ente en el cual se lleva a cabo el proyecto, ya que de esto depende el alcance de la investigación. Además, para definir objetivos reales alcanzables es preferible contar con la opinión de expertos, como el tutor del proyecto y los colaboradores dentro del departamento, durante esta etapa no se debe perder de vista el problema definido con anterioridad.

### 3.2. Metodología para la medición y respaldo cualitativo del proyecto.

En la siguiente Tabla 7 se especifica la metodología de medición del proyecto.

**Tabla 7. Metodología para la medición y respaldo cualitativo del proyecto**

| Objetivos específicos   | Técnicas de recolección de datos   | Participantes o Involucrados en el desarrollo de la investigación  | Resultados o Productos a obtener por objetivo específico formulado  |
|---|--|--|---|
| <b>Determinar la situación actual de los procesos recolección y transporte de residuos sólidos para el cantón de Alajuelita.</b>                        | Entrevistas<br>Análisis de contenido<br>Observaciones<br>Sondeo de opinión<br>Indicadores de gestión                           | Administrador municipal<br><br>Investigador<br><br>Encargado de recolección de residuos<br><br>Gestora ambiental | Diagnóstico de la situación actual sobre el proceso de recolección y transporte de residuos sólidos y con relación al contexto del caso de estudio          |
| <b>Proponer un plan de acción que permita la optimización del proceso de recolección y transporte de residuos sólidos para el cantón de Alajuelita.</b> | Análisis de contenidos<br><br>Gráficos de barras<br><br>Indicadores de gestión.  | Investigador<br><br>Personal de recolección de residuos  | Información sobre los puntos de recolección a estudiar en cuanto al manejo de los residuos sólidos generados en cada distrito                               |
| <b>Evaluar el costo beneficio de la propuesta en la recolección y transporte de residuos.</b>   | Datos e información arrojados por sondeos de opinión, entrevistas, observación directa y las matrices de evaluación de impacto | Investigador   | La información obtenida por la evaluación de impacto ambiental se la base para la toma de decisiones causado por el manejo inadecuado los residuos sólidos. |
| <b>Elaborar un plan de recomendaciones para las principales causas significativas identificadas</b>   | Residuos producidos en cada área estudiada de los distritos en estudio del cantón de Alajuelita<br><br>Recolección de datos    | Investigador   | Información precisa y detallada de la cantidad de residuos sólidos que se generan en los diferentes distritos de Alajuelita.                                |

Fuente: elaboración propia, 2017

### 3.2.1. Sistema de medición

Al ser de mejoramiento el objetivo del proyecto, primeramente se debe hacer un estudio de la situación actual, esto con el fin de determinar los posibles factores que contribuyen al problema principal.

Con la revisión de los documentos facilitados por el Departamento de Gestión Ambiental, se proyecta encontrar más información que pueda ser reveladamente útil para el proyecto en desarrollo y para el personal encargado de la recolección de residuos sólidos y toda la parte de gestión ambiental.

La base de medición se caracteriza por datos cualitativos que sustentan la parte teórica, se utilizan diagramas de Pareto, diagramas de flujo, Diagramas de Ishikawa e indicadores que arrojen los puntos donde se debe mejorar (Camisón, Cruz y González, 2006).

- **Indicador de generación diaria de residuos ordinarios**

Para encontrar el indicador de generación diaria se sigue la siguiente formula:

$$\frac{\text{RECOLECCIÓN ANUAL 2016}}{365 \text{ DÍAS DEL AÑO}} = \text{GENERACIÓN DIARIA}$$

- **Indicador de recolección diaria de residuos ordinarios**

Se obtiene dividiendo la recolección total anual entre los días hábiles que cuenta el año.

$$\frac{\text{TOTAL DE RECOLECCIÓN ANUAL 2016}}{\text{DÍAS HÁBILES DEL 2016}} = \text{RECOLECCIÓN DIARIA}$$

- **Indicador de porcentaje de población servida (%)**

Población urbana servida (habitantes) \* 100 = % Población urbana total (incluye población flotante) (habitantes) Índice de eficiencia Permite evaluar el desempeño y rendimiento de los trabajadores, así como la utilización óptima de la flota.

Rango aceptable: 85 a 100%.

$$\frac{\text{POBLACIÓN URBANA SERVIDA}}{\text{POBLACIÓN URBANA TOTAL}} * 100 = \% \text{ POBLACIÓN SERVIDA}$$

- **Indicador de producción per-cápita (PPC) de residuos sólidos**

Para obtener este indicador se divide la recolección diaria entre la población servida.

$$\frac{\text{RECOLECCIÓN DIARIA}}{\text{POBLACIÓN SERVIDA}} = \text{PPC}$$

- **Indicador de cantidad de tonelada métrica recolectado por viaje**

Se obtiene dividiendo la recolección diaria entre el promedio de viajes diario.

$$\frac{\text{CANTIDAD TOTAL RECOLECTADO AÑO 2016}}{\text{PROMEDIO DE VIAJES DIARIOS DURANTE EL 2016}} = \text{CANTIDAD TM RECOLECTADO POR VIAJE}$$

- **Indicador peso volumétrico de los residuos compactados**

Es el volumen que ocupan los residuos en un cajón del recolector. Se obtiene al

$$\frac{\text{CANTIDAD TM RECOLECTADO POR VIAJE}}{\text{CAPACIDAD VOLUMÉTRICA DEL CAJÓN RECOLECTOR}} = \text{PESO VOLUMÉTRICO DE LOS RESIDUOS}$$

dividir la cantidad total de residuos recolectados entre la capacidad volumétrica de la unidad recolectora.

- **Indicador de costo por tonelada métrica recolectada, transportada y dispuesta**

Se obtiene al dividir la cantidad total ejecutada en el servicio de recolección en el entre el total de toneladas métricas de residuos recolectados, transportados y dispuestos.

$$\frac{\text{CANTIDAD TOTAL EJECUTADA DEL SERVICIO DE RECOLECCIÓN}}{\text{TOTAL DE T.M. RECOLECTADOS, TRANSPORTADOS Y DISPUESTOS}} = \text{COSTO POR T.M}$$

- **Indicador del porcentaje ejecutado al servicio de recolección de residuos**

Se obtiene al dividir la suma ejecutada en el servicio de recolección en relación con el presupuesto total municipal del año.

$$\frac{\text{SUMA EJECUTADA EN EL SERVICIO DE RECOLECCIÓN}}{\text{PRESUPUESTO TOTAL MUNICIPAL}} = \text{PORCENTAJE DESTINADO AL SERVICIO}$$

### **3.2.2. Sujetos de investigación.**

- **Población (muestra)**

La población a entrevistar son los encargados del proceso de recolección de los residuos sólidos, encargados de la parte de gestión ambiental y personas en general que reciben el servicio por parte de la municipalidad, esto con el fin de velar con la debida recolección en cada sector asignado.

- **Tipo de muestra**

Muestra no probabilística: la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación.

### **3.2.3. Fuentes de información**

Una fuente de información es todo aquello que la proporcione, como libros, revistas, periódicos. Además, la observación de las actividades o procesos, una entrevista, fotos, videos, hojas de registro. Por lo anterior, una fuente de información no se limita a publicaciones de texto solamente, sino que son mucho más amplias las posibilidades de obtener información.

- **Fuentes primarias**

Contienen información nueva y original, resultados de un trabajo intelectual. Es información de primera mano que se obtiene en la base de datos del Departamento de Gestión Ambiental de la Municipalidad de Alajuelita y brindada por los trabajadores de la institución.

La entrevista y cuestionario con el encargado de recolección y transporte de residuos sólidos, gestora ambiental, administrador municipal y contribuyentes del servicio, son fuentes primarias para la recolección de los datos de la investigación.

- **Fuentes secundarias**

Contienen información organizada, elaborada, producto de análisis, extracción o reorganización que refiere a documentos primarios originales. Los reportes ya procesados obtenidos del Departamento de Gestión Ambiental, bibliografías, procedimientos y manuales.

### **3.2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

- **Encuestas**

Según García (2013) son instrumentos cuyas preguntas y proposiciones están destinadas a recolectar la información que permita cumplir los objetivos de una investigación mediante las respuestas proporcionadas por las personas que conforman la población o muestra a la cual se refieren.

Se pretende utilizar las encuestas a través de preguntas de carácter dicotómico y algunas abiertas para obtener información sobre la identificación de los residuos

sólidos, su generación y separación en la fuente, desde los diferentes negocios hasta su disposición final y los usos que le dan a cada uno de ellos.

Se empleará la técnica del sondeo de opinión dirigido a los habitantes del cantón de Alajuelita para determinar la viabilidad y validar las opciones de mejoras, descrito en la Figura 8.

**Figura 8. Sondeo de opinión dirigido del servicio de recolección de residuos**

|  |  |
|--|--|
| Nombre del consultado _____<br>Representante de Municipalidad, empresa, institución, centro educativo, ONG-<br>_____<br>Teléfono _____, correo electrónico _____ | 6. ¿Cuántas veces por semana se da el servicio de recolección en su comunidad?<br>A) 1 vez<br>B) 2 veces<br>C) Ninguna |
|--|--|

1. ¿Cuál es su distrito de residencia?  
A) Alajuelita Centro  
B) Concepción  
C) San Josecito  
D) San Felipe (Aurora, Verbena, Tejarcillos)  
E) San Antonio (El Llano)

2. Su edad está en rango de:  
A) 18 – 25  
B) 26 – 40  
C) 41 – 55  
D) 56 +

3. ¿Recibe el servicio de recolección de residuos?  
A) Si  
B) No

4. ¿Cómo almacena temporalmente los residuos?  
A) Bolsas de colores  
B) Estañones  
C) Cajas  
D) Otro \_\_\_\_\_

5. Separan los residuos reciclables en sus hogares.  
A) Si, Cuales, Cartón ( ) papel ( ) plásticos ( ) metales ( ) vidrio ( ).  
B) No

7. Sabe usted dónde son transportados los residuos recolectados producidos por el cantón de Alajuelita  
A) Centro de recuperación  
B) Planta de tratamiento  
C) Relleno sanitarios  
D) Desconozco el lugar

8. En general, ¿cómo califica el servicio de recolección en su comunidad?  
A) Bueno  
B) Regular  
C) Malo

9. Conoce algún centro de recuperación de reciclaje en Alajuelita.  
A) Si, indique cual \_\_\_\_\_  
B) No

10. Sabe usted que desde el año 2010 la ley 8839, (Ley de gestión integral de residuos), obliga al generador a separar los residuos.  
A) Si  
B) No

11. Participaría en un programa de separación de residuos para aprovechar los materiales reciclables.  
A) Si  
B) No

12. Favor escribir alguna sugerencia o comentario para mejorar el servicio de recolección

Fuente: elaboración propia, 2017.

- **Observación**

Se utiliza la técnica de la observación mediante visitas a las instalaciones, acompañado de los encargados, donde se busca identificar posibles factores que están provocando el problema.

Se tiene contacto directo con el campo de acción y, luego, organizar la información intelectualmente para llegar a la realidad que se desea.

Para esta técnica se contará con una bitácora donde se recopilará la información encontrada. La información se obtiene de tal manera que no se perturbe la fuente de ésta y que no se vaya a afectar. Además, se tomarán fotografías que muestren visualmente los datos y se adjuntarán en los anexos de este documento.

- **Entrevistas**

Se utilizan para recabar información en forma verbal, a través de preguntas que propone el analista. Los responsables de brindar la información pueden ser directivos o colaboradores, quienes son usuarios actuales del sistema existente, o aquellos que podrían verse afectados por posibles cambios. El analista puede entrevistar al personal en forma individual o grupal. Por lo tanto, en la primera etapa de la investigación, se debe consultar cualquier actividad e interrogar de manera sistemática el propósito, lugar, sucesión, persona y medio de ejecución, para lograr justificar cada respuesta.

Se aplica la técnica del interrogatorio a la gestora ambiental y al administrador municipal que son los encargados del tema de residuos sólidos en la Municipalidad de Alajuelita. Además, se entrevista al encargado de recolección de residuos de la Municipalidad, para conseguir información relacionada con la gestión de los residuos sólidos y para determinar todas las causas que pueden estar contribuyendo a que el problema exista. Para la aplicación de este instrumento se contará con una bitácora y la información recolectada será colocada en los anexos de este documento.

- **Análisis de contenido**

Está dirigido a recopilar información sobre un tema específico de documentos o fuentes que poseen más información de la que se necesita en el trabajo, para esta técnica se utilizan las fichas técnicas como instrumento las cuales están orientadas a extraer la información necesaria de una manera ordenada y, según las características que se necesiten.

- **Gráficos de barras**

Son aquellos que emplean rectángulos (barras) que se colocan paralelamente. La altura indica la frecuencia de ese dato. Los gráficos de barras, permiten representar información numérica en forma clara y ordenada, para comunicarla a otras personas. Con la información representada en los gráficos se puede interpretar rápidamente y de manera visual la información, facilitando su posterior análisis.

- **Tablas**

Son las que organizan los datos para mostrar que tan seguido ocurre algo (frecuencia), permiten organizar la información numérica recogida, por ejemplo, a través de una encuesta o sondeo de opinión. Se utilizan tablas para recolectar información numérica de manera ordenada en un espacio reducido, se llena con valores numéricos y los datos se presentan de una manera sistemática por medio de columnas y filas.

- **Análisis Costo-Beneficio**

Es una técnica utilizada para relacionar el costo con el beneficio, asociado con la versión que debe emplearse para generar un proyecto. Según (Fontaine. H, 2008) *“La regla dice que debe hacerse la inversión solo si la razón de beneficios a costos es mayor que la unidad; ósea, solo si los beneficios son mayores que los costos.”* La técnica sirve de medida de comparación y finalidad de proyectos, evidenciar posibles oportunidades, estimar recursos necesarios, generar datos cuantitativos y funcionar como punto para toma de decisiones.

- **Tasa Interna de Retorno**

Como herramienta financiera se utiliza la tasa interna de retorno o tasa interna de rentabilidad (TIR) de una inversión es el promedio geométrico de los rendimientos futuros esperados de dicha inversión, y que implica, por cierto, el supuesto de una oportunidad para "reinvertir". En términos simples, diversos autores la conceptualizan como la tasa de descuento con la que el valor actual neto o valor presente neto (VAN o VPN) es igual a cero.

La TIR puede utilizarse como indicador de la rentabilidad de un proyecto: a mayor TIR, mayor rentabilidad; así, se utiliza como uno de los criterios para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión. Para ello, la TIR se compara con una tasa mínima o tasa de corte, el costo de oportunidad de la inversión (si la inversión no tiene riesgo, el costo de oportunidad utilizado para comparar la TIR será la tasa de rentabilidad libre de riesgo). Si la tasa de rendimiento del proyecto expresada por la TIR supera la tasa de corte, se acepta la inversión; en caso contrario, se rechaza.

### **3.3. Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio.**

Se pretende encontrar las propuestas de solución de las causas más significativas, la inclusión de gráficos, separar proceso y vincular otros, esto permitirá ir llevando la organización hacia lo que se propone y a esto se le llama diseñar con Seis Sigma.

El DMAIC actúa también bajo una metodología enfocada a desarrollar procesos con calidad y minimizar sorpresas negativas de última hora.

Durante la investigación se mantendrá una posición pasiva y activa de observación y los eventos serán documentados, según convenga.

Mientras el proceso de recolección se está ejecutando y en forma aleatoria, se hará la recopilación de los datos y los cuales serán luego tabulados para su análisis y entendimiento.

### **3.3.1. Análisis de información mediante herramientas de ingeniería industrial**

En esta etapa del proyecto se cuenta con una visión más clara, puesto que se han identificado áreas en las que se desarrollará el resto de la investigación. Sin embargo, se debe recurrir a herramientas de ingeniería industrial que permitan determinar con precisión cuales son las causas relevantes, es decir, las causas que impactan de manera significativa el servicio de recolección de residuos.

Con el fin de identificar las causas que generan tanto tiempo en la realización de los procesos operativos de cada funcionario, se hace uso de una herramienta de ingeniería industrial, el diagrama de Ishikawa. Se levanta un diagrama para cada elemento mencionado cuya función se detalla en el marco teórico.

Después del levantamiento de los diagramas de Ishikawa, se cuenta con una serie de causas probables que generan el problema; sin embargo, este diagrama no identifica cuáles de ellas son más o menos críticas.

Cada paso en la metodología se enfoca en obtener los mejores resultados posibles para minimizar la posibilidad de error.

- **Diagrama Causa – Efecto (Ishikawa)**

Los diagramas causa-efecto ayudan a pensar sobre todas las causas reales y potenciales de un suceso o problema, y no solamente en las más obvias o simples.

Es por esta razón que se pretende identificar los factores que podrían influir en el aumento o disminución en la producción en la línea de trabajo. Se hará un análisis profundo de las posibles causas asignables y que están ligadas a cambios en la producción, durante este ejercicio se hace énfasis especial en aspectos de métodos y tiempos de ejecución. Dentro del análisis se harán revisiones de método,

medición, máquina, medio ambiente, material y hombre; sin embargo, el mayor enfoque será sobre método, medio ambiente y Máquina.

**Tabla 8. Metodología para elaborar el diagrama causa-efecto**

| <b>CAUSAS</b>              | <b>DESCRIPCIÓN</b>   |
|----------------------------|--|
| <b>Materiales</b>          | Se evalúan las condiciones de calidad de la materia prima existente, además, de la posible necesidad de nuevos materiales; sin embargo, quedan fuera del alcance del proyecto por la lenta aprobación si algún eventual cambio surgiera a lo largo de la investigación.              |
| <b>Método</b>              | Los procedimientos pueden tener relación con el método de recolección de residuos. Existen procedimientos para cada una de los pasos de las operaciones y los cuales podrían tener pasos adicionales y que aumentan, por lo tanto, el tiempo de recolección de cada residuo.         |
| <b>Maquinaria y equipo</b> | Se evalúan las capacidades de las máquinas identificando aquellas que tienen problemas recurrentes o aquellas que ocasionando paros de trabajo.  |
|                            | Durante las horas de trabajo pueden encontrarse eventos en las máquinas o equipos los cuales podrían influir en el proceso de recolección. Se analizarán únicamente la maquinaria y equipo utilizado en la recolección   |
| <b>Medición</b>            | Se verifica la cantidad de residuos sólidos generados por los cinco distritos pertenecientes a la municipalidad de Alajuelita, además, de los costos que incurre la municipalidad para su recolección y mantenimiento.   |
| <b>Medio ambiente</b>      | Se evalúan las condiciones como iluminación, ventilación, ruido y algún otro factor que pueda ocasionar una disminución en la producción, y que sea considerado un factor externo del proceso recolección.   |
| <b>Mano de obra</b>        | Se evalúa si el personal está entrenado en las operaciones y si está ejecutando las operaciones u instrucciones correctamente. Una persona que realice labores de limpieza sin contar con un entrenamiento formal podría provocar un accidente para cualquier integrante del equipo. |

Fuente: elaboración propia, 2017

### **3.4. Metodología para la implementación del proyecto**

Se implementarán mejoras mencionadas en cuadros e información recopilada y consiste en poder aplicar las herramientas que se mencionan en la estrategia, esta implementación se puede realizar si la empresa está de acuerdo y con el tiempo necesario.

La metodología de implementación abarca la parte del rendimiento del proceso de abordar y eliminar las causas profundas. Es una de las fases que genera mayores resultados positivos, ya que puede ser una etapa prolongada según el alcance del mismo.

La implementación puede contar con varias fases pues debe de atender en un inicio las dudas que pueda presentar el personal, se pueden realizar experimentos o pruebas piloto que permitan tomar decisiones e implementar acciones de mejoramiento.

Es necesario asignar responsables con roles para darle continuidad, tener muy claro las herramientas que se van a utilizar, para no desviar esta etapa con pasos innecesarios. Se deben realizar observaciones directas para apoyar a los miembros de la organización.

### **3.5. Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados**

En la tabla 9 se observa el cronograma de actividades para el seguimiento de los resultados a obtener en el presente proyecto de investigación.

**Tabla 9: Cronograma de actividades**

| Fecha              | Visitas a las instituciones   | Objetivo  | Instrumento utilizado  | Resultados obtenidos   |
|--------------------|---|---|--|--|
| 25 marzo, 2017     | Fundación CEPRONA. Reunión técnica con David Anderson y Roberto Ramírez.  | Implementar metodología de investigación.                           | Entrevista no estructurada   | Acuerdo de tutoría por parte de Roberto Ramírez y David Anderson para efectuar una evaluación general del servicio de recolección de residuos en la Municipalidad de Alajuelita. |
| 27 marzo 2017      | Municipalidad de Alajuelita. Reunión técnica con Lic. Luis Orozco, Administrador Municipal, David Anderson y Roberto Ramírez. | Obtener autorización para obtener información de fuentes primarias. | Entrevista estructurada sobre la gestión integral de residuos en la Municipalidad de Alajuelita. | Oficio de permiso AM/EXT/005.<br>Información actual sobre vehículos de recolección.<br>Copias de documentos de la empresa EBI.<br>Datos estadísticos de residuos recolectados.   |
| 28 marzo, 2017     | Reunión técnica David Anderson y Roberto Ramírez  | Analizar información recopilada                                     | Programa Excel, Word   | Obtener los indicadores de gestión de residuos sólidos.<br>Cuestionario de Sondeo de opinión   |
| 2 al 6 abril, 2017 | Visitas de campo a todos los distritos de Alajuelita  | Encuestar los segmentos seleccionados.                              | Transporte en Vehículo propio.<br>Formulario de entrevista y formulario digital en Facebook.     | 70 Cuestionarios de los segmentos municipales, centros educativos, empresas, instituciones públicas y organizaciones no gubernamentales representantes de la sociedad civil.     |

|                   |   |   |   |   |
|-------------------|---|---|---|---|
| 7 de abril, 2017  | Visita al CRM/San Miguel, ubicado en Concepción de Alajuelita. Reunión con Gerardo Castro, Administrador. | Obtener información sobre la posible recepción de los materiales reciclables e información de precios actuales. | Entrevista estructurada                       | Lista de precios actuales de materiales valorizables.   |
| 26 de abril, 2017 | Recorrido de la recolección de residuos sólidos del cantón de Alajuelita                                  | Observar las diferentes técnicas del servicio de recolección y transporte de residuos                           | Cronometro,<br>Calculadora<br>Vehículo Propio | Cantidad de residuos sólidos transportados al sitio de disposición final.<br><br>Recorrido actual de la ruta de recolección |

Fuente: elaboración propia, 2017

El control consiste en diseñar y documentar los controles necesarios para asegurar que lo conseguido mediante el proyecto se mantenga, una vez que se hayan implantado los cambios y el equipo deje de prestar al proceso la atención que le estuvo prestando durante el proyecto

Ésta etapa requiere que los objetivos que se establecieron anteriormente puedan tener resultados esperados, de igual forma, la implementación del proyecto debe estimular el logro de estos objetivos, para ello es necesario que esta etapa se soporte de la cultura, estructura organizacional.

Además, se pretende documentar los graficas que controlan los indicadores, para asegurar que su eficiencia permanezca a lo largo del tiempo.

# **Capítulo IV. LINEA BASE Y ANALISIS DE LAS CAUSAS**

Para el desarrollo del análisis de la situación actual se utilizaron técnicas de recolección de información como: la observación, entrevistas abiertas, solicitud de información estadística a fuentes primarias a los encargados del Departamento de Gestión Ambiental, encargado de la recolección de residuos y al administrador municipal durante las labores cotidianas.

La información deberá ser organizada cronológicamente, verificar la confiabilidad, interpretar y comprender resultados y usar los resultados. Todo tipo de documentación derivada de los procesos es de vital importancia para la evaluación y búsqueda de mejora continua.

Esta sección será utilizada para encontrar e identificar las causas raíz y revelará el problema con el afán de resolverlos. Con la finalidad de una mejora continua, se identificarán acciones, condiciones, comportamientos y consecuencias para prevenir y aprender de ellas. Es por tal razón que se va a evaluar el servicio con las siguientes variables:

- Mano de obra: habilidades y conocimientos
- Máquina: tipo de equipo y eficiencia
- Materia prima: cuidados, normas, artículos y especificaciones
- Medición: control e indicadores
- Medio ambiente: condición, distribución y entorno
- Método: procedimientos

Luego de conocer las variables a evaluar, se analiza la situación actual que tiene particularmente el servicio de recolección de residuos brindado por la municipalidad de Alajuelita.

#### 4.1. Servicio de recolección de residuos brindado por la Municipalidad.

El servicio de recolección de residuos sólidos, se brinda con una jornada de lunes a viernes, esto con personal, maquinaria e insumos municipales. Durante la realización de este estudio la Municipalidad brinda el servicio de recolección con tres vehículos recolectores de 24 M3 de capacidad alquilados a la empresa ADAGSAVH S.A, conducidos con choferes de esta empresa con el apoyo del personal municipal de recolección. También se utiliza un recolector de 15 m3 y un pick up con cajón de adrales de 1,5 TM de capacidad propios de la municipalidad.

El servicio de recolección en el cantón de Alajuelita se divide en tres sectores: La Aurora, Alajuelita Centro y Concepción. En la Tabla 10 se describen los días y recorridos realizados por cada sector

**Tabla 10. Sectores y recorridos del servicio de recolección**

| <b>Sector Alajuelita Centro</b> |   | <b>Sector Concepción</b>   | <b>Sector Aurora</b>   |
|---------------------------------|---|--|--|
| Lunes                           | Alajuelita Centro, Juan Rafael y Tejarcillos.                         | Recicladora, Colegio Don Bosco, Patalillo, Calle La Mona, Calle el Porro y Abastecedor 2000. | Boulevard, Corina, Guápil, García Monge, Calle Coneja  |
| Martes                          | San Felipe, Juan Pablo II, La Macha, Bar Fitos, Guaria, La Aurora     | Recicladora, Mina de Oro, Urbanización el Progreso, calle principal, Pali y La Tabla         | Acapulco, escuela San Felipe, Tiribi, La Aurora centro, Garabito, Urbanización Bellotas, Altos del Horizonte |
| Miércoles                       | Cascabela, Piedra de Fuego, Filtros, María Auxiliadora, Calle Alfaro, | Chorotega, Calle Cambronero, Vista San José y  | Lámparas, Cochea, Tejarcillos, Verbena, Urbanización San   |

|         |  |  |   |
|---------|--|--|---|
|         | Calle Principal, Cancha Cochea, Bar Charles, C.C.A, Liceo de Alajuelita, Calle Chinchilla. | urbanización 11 de Abril   | Felipe I, La Aurora Principal, Urbanización La Verbena                |
| Jueves  | Alajuelita Centro y la Paz 86.   | Monte Alto, Las Fuentes, Pochos, Las Vegas, Percal, Principal Lagunilla, Calle Badilla.      | Boulevard, Corina, Guápil, Cuatro Calles, Urbanización Bellotas       |
| Viernes | El Llano, Valle Azul, Ranchitico, Calle el Alto y El Rosal                                 | Calle el Mango, calle Chinchilla, Geranios, Esquipulas, Lagunilla Grande, lagunilla Pequeña. | Calle el Viejo, Mega Súper, bomba, Garabito, Tiribi, Aurora principal |

Fuente: Municipalidad de Alajuelita

De acuerdo a la tabla anterior se observa que la frecuencia de recolección en algunos recorridos es de una vez por semana, mientras que en algunos sectores de Alajuelita y Concepción la frecuencia es de dos veces por semana.

Según información suministrada por el Departamento de Gestión Ambiental se estima una cobertura total del cantón, sin embargo todavía existen algunos sitios que son inaccesibles para los vehículos municipales, tal como el Barrio Las Minas que pertenece al distrito de San Antonio de Alajuelita, donde los vecinos manifestaron sacar los residuos a Poás de Aserrí, quemarlos o enterrarlos por sus propios medios debido a la falta del servicio de recolección. Como se observa a continuación.



**Ilustración 2 Acumulación de residuos en barrio Lámparas**

Dado que se presenta la problemática de quema y acumulación de residuos ordinarios en los distritos del cantón de Alajuelita, es importante conocer de lleno los recursos con los que cuenta el servicio de recolección de residuos ordinarios ya sean humanos, maquinaria, equipo y financieros para la prestación del servicio de forma eficaz y eficiente para mitigar la problemática de la falta de recolección en algunos distritos del cantón. Se conocerá cada uno de estos recursos para evaluar la problemática del servicio.

#### **4.1.1 Recurso humano del servicio de recolección**

Como ya se explicó antes, el servicio de recolección de residuos está a cargo del Departamento de Gestión Ambiental, que nombra a un encargado del personal y equipo de recolección. El personal de recolección se distribuye en tres cuadrillas conformadas por un chofer y cuatro trabajadores manuales para las unidades recolectoras y una cuadrilla de apoyo conformada por un chofer y dos trabajadores manuales que laboran con el camión de adrales o el recolector chino de menor capacidad.

Dado que los recorridos actuales de recolección están divididos en tres sectores se asigna una cuadrilla por sector a cubrir y una cuadrilla especial que asiste los tres sectores para recolectar residuos en vías de difícil acceso y hacer trasbordo de residuos a los recolectores. En la Tabla 11 se describe al personal municipal de recolección según edad y antigüedad laboral en la Municipalidad

**Tabla 11. Personal del servicio de recolección de residuos**

| <b>Cuadrilla</b>         | <b>Nombre de funcionario</b>   | <b>Edad</b> | <b>Ocupación</b>  | <b>Años de experiencia en la Municipalidad</b> |
|--------------------------|--------------------------------|-------------|-------------------|--|
| Encargado de Recolección | Esteban Solís                  | 33 años     | Jefe              | 2 años   |
| Apoyo                    | Adrián Campos Solano           | 42 años     | Chofer            | 2 años   |
|                          | José Francisco Chinchilla Mora | 41 años     | Trabajador Manual | 3 años   |
|                          | Reiner Zúñiga                  | 38 años     | Trabajador Manual | 1 año  |
| Alajuelita Centro        | Juan Isidro Gamboa Agüero      | 58 años     | Chofer            | 37 años  |
|                          | Juan Luis Mora Quirós          | 39 años     | Trabajador Manual | 19 años  |
|                          | Marco Barrantes                | 40 años     | Trabajador Manual | 2 años   |
|                          | Melvin Ramírez Calderón        | 48 años     | Trabajador Manual | 18 años  |
|                          | Edward Solano Agüero           | 37 años     | Trabajador Manual | 12 años  |
| Concepción               | Edwin Agüero Agüero            | 48 años     | Chofer            | 13 años  |
|                          | William Calderón Morales       | 54 años     | Trabajador Manual | 36 años  |

|        |                            |         |                   |         |
|--------|----------------------------|---------|-------------------|---------|
|        | Wagner Morales Corrales    | 37 años | Trabajador Manual | 12 años |
|        | Ronald Gamboa Agüero       | 52 años | Trabajador Manual | 10 años |
|        | Edgar Calderón Rodríguez   | 42 años | Trabajador Manual | 11 años |
| Aurora | Rigoberto Castillo Murillo | 54 años | Chofer            | 10 años |
|        | Olger Artavia Sánchez      | 53 años | Trabajador Manual | 35 años |
|        | José A. Vargas Cerdas      | 28 años | Trabajador Manual | 11 años |
|        | Luis Sánchez               | 29 años | Trabajador Manual | 2 años  |
|        | Jimmy Zúñiga Sandi         | 31 años | Trabajador Manual | 11 años |

Fuente: Municipalidad de Alajuelita

Como se observa en la Tabla anterior, la Municipalidad cuenta con un total de 19 funcionarios asignados al servicio de recolección ordinaria. Este personal se divide en 1 encargado del personal, 4 choferes y 14 trabajadores manuales. El rango de edad es de 28 a 54 años. La experiencia laboral por cada trabajador se puede determinar por el número de años laborados en la municipalidad.

Dentro del grupo de funcionarios cuentan con 7 funcionarios con experiencia de 1 a 10 años, 8 trabajadores con una experiencia de 11 a los 20 años y 3 trabajadores con una experiencia superior a los 21 a 37 años. Esto indica que la mayoría de funcionarios del servicio de recolección cuentan con suficiente experiencia.

#### 4.1.2. Seguridad e higiene ocupacional

La Municipalidad cuenta un plantel municipal con un área de 4235.47 m<sup>2</sup> ubicado en Urbanización La Chorotega (Ver Anexo 4). En este plantel existe un edificio donde los trabajadores cuentan con baños, servicios sanitarios, sala de reuniones y casilleros para guardar sus pertenencias, así como un botiquín para primeros auxilios y extintores de incendios.

La municipalidad dota anualmente al personal con suministros, tales como: Uniformes, zapatos de seguridad, mangas, guantes, capa y botas de hule para invierno, gorro con protector y alcohol en gel para desinfectar.

Observaciones del caso:

- El plantel municipal no cuenta con las instalaciones idóneas, hay una mala distribución del espacio. Se observó acumulación de materiales peligrosos, como acero, varillas de construcción.



**Ilustración 3 Acumulación de materiales en el plantel municipal.**

- Algunos trabajadores de recolección indicaron que el calzado que les entrega la Municipalidad no es el adecuado, por lo cual prefieren utilizar tenis o zapatos bajos, esta medida de utilizar tenis es peligrosa debido a que los

trabajadores se exponen a levantar cajas, bolsas, estañones que se pueden desprender y ocasionar accidentes laborales.

- Se observó que se mantienen sustancias peligrosas como aceites, gasolina, alcohol dentro del plantel sin ningún tipo de rotulación o señalización de precaución como se puede apreciar a continuación



**Ilustración 4 Galón de alcohol en gel**

Realizada esta visita al plantel, mediante a las observaciones se aprecia que la Municipalidad debería invertir un diseño de distribución de materiales de manera óptima ya que hay acumulación de materiales peligrosos en diferentes áreas del plantel.

Por otro lado se constató que no cuentan con un reglamento adecuado de gestión integral de residuos, es por esto que más adelante en el capítulo V se propone la realización de un estudio para controlar estos casos que se están generando y que no tienen la supervisión adecuada.

### 4.1.3. Maquinaria y equipo empleado

Por otro lado, para realizar el servicio de recolección y transporte la municipalidad de Alajuelita cuenta con 5 vehículos recolectores propios y un camión de carga liviana. Estos vehículos son resguardados en el plantel municipal. En la Tabla 12 se describen los vehículos utilizados y su estado actual.

**Tabla 12. Unidades recolectoras utilizadas actualmente**

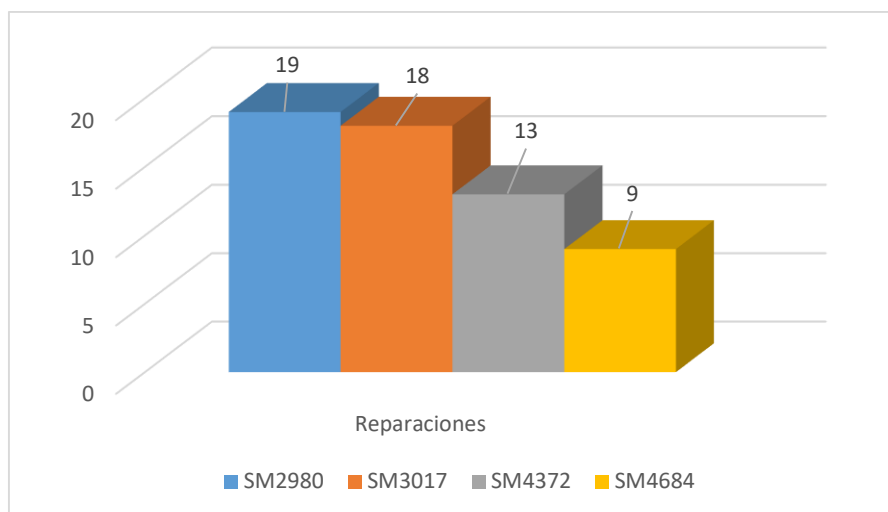
| N | Clase de placa | Número de placa | Categoría     | Marca | Modelo     | Año  | estatus           |
|---|----------------|-----------------|---------------|-------|------------|------|-------------------|
| 1 | SM             | 2980            | Recolector    | Mack  | RD690S     | 1996 | En reparación     |
| 2 | SM             | 3017            | Recolector    | Mack  | RD690S     | 1996 | En funcionamiento |
| 3 | SM             | 4372            | Recolector    | Mack  | CH613      | 2000 | En reparación     |
| 4 | SM             | 4684            | Recolector    | Mack  | CH13       | 1999 | En reparación     |
| 5 | SM             | 6886            | Recolector    | XCMG  | XZJ5121ZYS | 2014 | En funcionamiento |
| 6 | SM             | 6167            | Carga liviana | Isuzu | NMR55E-22  | 2010 | En funcionamiento |

Fuente: Municipalidad de Alajuelita

De acuerdo a la tabla anterior e información recopilada durante esta investigación el 26 de abril de 2017, a excepción del vehículo SM6167 y el recolector SM6886 (ver anexo 6), los demás vehículos no están laborando por diversos problemas mecánicos dado su antigüedad de fabricación que es de 19 años, por lo que aparentemente ya cumplieron su vida útil.

Conforme a los datos suministrados por el Departamento Municipal de Control Vehicular los cuatro camiones recolectores de la Municipalidad de Alajuelita han necesitado reparaciones en diferentes niveles de atención o épocas del año 2016 como se puede apreciar en el Gráfico 1.

**Gráfico 1. Cantidad de reparaciones por camión durante año 2016**



Fuente: Departamento Control Vehicular

Según el gráfico anterior se observan que las cuatro unidades recolectoras fueron llevadas un total de 59 veces a diferentes reparaciones. De acuerdo a información suministrada por el Departamento de Contabilidad en el año 2016 en el rubro 5.02.02.1.08.05 Mantenimiento y reparación de equipo de transporte se gastaron ₡ 16.109.914 (Dieciséis millones, ciento nueve mil, novecientos catorce colones). (Ver Tabla 16).

Lo anterior debido a que para el caso de los camiones recolectores de residuos el trato es diferente, dado que se repara de forma integral tomando en cuenta todos sus componentes, como la cabina, el motor, el chasis, la caja recolectora, el sistema hidráulica, así como la premura de sacarlo a funcionamiento lo antes posible.

A continuación se detalla la lista de talleres que se encuentran como proveedores para reparar camiones recolectores de residuos:

- 1) **CERMA, S.A.**, Comercializadora de Equipo, Reconstrucción y Alquiler de maquinaria pesada, San José, Goicoechea.
- 2) **Industrias Gonzaca, S.A.**, San José, Pozos de Santa Ana.
- 3) **Todo en Frenos & Clutch 2001, .S.A.**, El Alto de Guadalupe.

#### 4) **Taller Moreira Cogui**, El Guarco de Cartago.

Dicha situación de constantes averías ha obligado a la Municipalidad a subcontratar tres recolectores de la empresa ADAGSAVH S.A, con el fin de reforzar las unidades recolectoras municipales que presentan problemas constantes. De acuerdo a información suministrada por el Departamento de Contabilidad, durante el año 2016 el rubro 5.02.02.1.01.02 Alquiler de maquinaria y equipo se gastaron ₡ 98.230.104,55. (Noventa y ocho millones, doscientos treinta mil, ciento cinco colones) (Ver Tabla 16).

Existen pocos proveedores de este servicio de alquiler en el mercado, de tal forma que no existe una imposición en el mercado por parte de alguno de ellos y los precios están dados por la oferta y la demanda con que las municipalidades solicitan el servicio. A continuación se detalla la lista de proveedores para el alquiler de unidades recolectoras.

- 1) **CERMA, S.A.**, Comercializadora de Equipo, Reconstrucción y Alquiler de maquinaria pesada, San José, Goicoechea,
- 2) **Industrias Gonzaca, S.A.**, San José, Pozos de Santa Ana.
- 3) **Inversiones Primo del Valle, S.A.** Alajuela.
- 4) **ADAGSAVH, S.A.**, Puriscal.
- 5) **DECLASA**, Desechos Clasificados, S.A., Pozos de Santa Ana.

Cabe resumir que entre los rubros de Mantenimiento y reparación de equipo de transporte de ₡ 16.109.914 más el rubro de Alquiler de maquinaria y equipo de ₡ 98.230.105, totalizan la suma de ₡114.340.019 (ciento catorce millones, trescientos cuarenta mil, diecinueve colones). (Ver Tabla 16).

Dado la antigüedad de los vehículos, altos costos de reparación y alquileres la Municipalidad posiblemente tomó la decisión de comprar dos recolectores nuevos.

El día 02 de mayo de 2017 durante la realización de este estudio la Municipalidad recibió dos nuevas unidades recolectoras de la marca IVECO, cajón recolector marca Heil con capacidad de 24 metros cúbicos (m<sup>3</sup>). El costo de cada vehículo es cercano a los ₡117 millones, para un costo total de ₡234 millones. En la siguiente Ilustración se observan los nuevos vehículos recolectores frente al edificio municipal.



**Ilustración 5. Vehículos nuevos marca IVECO para recolección ordinaria**

De acuerdo a información suministrada por el administrador municipal, ambas unidades reforzarán el servicio de recolección ordinaria al reemplazar las unidades antiguas, ahora la municipalidad cuenta con cuatro recolectores en buen estado para brindar el servicio de recolección.

Con esta adquisición de equipo recolector nuevo, la Municipalidad refuerza el servicio de recolección ordinaria pero sin embargo al no existir un estudio ingenieril de rutas del servicio, no se puede afirmar que estas unidades sean suficientes para brindar un servicio adecuado y de calidad a toda la población.

Es importante que la Municipalidad brinde un adecuado mantenimiento preventivo de los vehículos y controlar adecuadamente su funcionamiento y capacidad de carga para disminuir posibles daños ya identificados como lo son: llevar un control de actividades diarias, no sobrecargar el cajón compactador, no transitar por vías en mal estado en el camino al sitio de disposición final, entre otras medidas preventivas.

## **4.2. Aspectos financieros**

### **4.2.1. Tarifa de cobro por prestación de servicio de recolección de residuos**

La Municipalidad de Alajuelita cuenta con un sistema de tarifas actualizado en el mes de diciembre del 2016 por concepto de prestación de servicio de recolección y tratamiento residuos sólidos

Las tarifas estipuladas en dicho acuerdo y que rigen hasta el día de hoy se presentan en la Tabla 13.

**Tabla 13. Tarifas por servicio de recolección y tratamiento de residuos sólidos**

| <b>CATEGORÍA DEL SERVICIO</b> | <b>TARIFA TRIMESTRAL (Colones)</b> |
|-------------------------------|------------------------------------|
| Residencial                   | 8.725,00                           |
| Comercial Industrial 1        | 8.725,00                           |
| Comercial Industrial 2        | 17.450,00                          |
| Comercial Industrial 3        | 34.900,00                          |
| Comercial Industrial 4        | 61.075,00                          |
| Instituciones del Gobierno 1  | 17.450,00                          |
| Instituciones del Gobierno 2  | 43.625,00                          |
| Instituciones del Gobierno 3  | 95.975,00                          |

Fuente: Municipalidad de Alajuelita

De acuerdo a datos suministrados por el Departamento de Administración Tributaria de la Municipalidad de Alajuelita del año 2016, se indica con mayor exactitud que se brindan un total de 18.648 servicios residenciales, 1,037 servicios comerciales e industriales y 129 servicios Institucionales, distribuidos entre los cinco distritos del Cantón. En total existen actualmente 20.084 servicios de recolección de residuos.

#### 4.2.2. Aspectos de cobro y morosidad del servicio

Por otra parte es importante conocer con mayor exactitud el porcentaje de morosidad en las tarifas trimestrales en el servicio de recolección de residuos, este porcentaje se puede apreciar la Tabla 14.

**Tabla 14. Análisis de la morosidad en el servicio de recolección de residuos**

| <b>Pendiente de cobro al 31/12/2016 (Colones)</b> | <b>Monto facturado en el 2016 (Colones)</b> | <b>Monto puesto al cobro durante el 2016 (Colones)</b> | <b>Total recaudado al 31/12/2016 (Colones)</b> | <b>Porcentaje recaudado al 31/12/2016</b> | <b>Porcentaje morosidad al 31/12/2016</b> |
|---|---|--|--|---|---|
| 1.004.194.000,00                                  | 588.682.000,00                              | 1.592.876.000,00                                       | 486.100.000,00                                 | 30,52                                     | 69,48                                     |

Fuente: Municipalidad de Alajuelita

Como se puede observar en la tabla anterior, el porcentaje de morosidad es alto ya que solo un 30,52% de la población pagó sus impuestos municipales en el 2016 para que se le brindara el servicio de recolección de residuos debidamente.

Según lo manifestado por la Jefatura de Administración Tributaria con respecto a la situación del pendiente a cobro, indicó que para disminuir el porcentaje de morosidad se requiere de una depuración para obtener la información real, mediante la actualización del censo de contribuyentes. Actualmente la

Municipalidad no tiene la capacidad de personal instalada para realizar una efectiva gestión de cobro a los contribuyentes morosos.

#### 4.2.3. Egresos por servicio de recolección de residuos

De acuerdo a información suministrada por la Administración Financiera, en el año 2016 la Municipalidad de Alajuelita ejecutó la suma de 728,8 de 898,7 millones presupuestados para brindar el servicio de recolección. En la Tabla 15 se observa dicho presupuesto.

**Tabla 15. Presupuesto inicial versus presupuesto ejecutado del servicio de recolección.**

| <b>PRESUPUESTO INICIAL 2016 (Colones)</b> | <b>PRESUPUESTO EJECUTADO 2016 (Colones)</b> | <b>DISPONIBLE (Colones)</b> | <b>PORCENTAJE</b> |
|---|---|-----------------------------|-------------------|
| 898.701.691,80                            | 728.814.956,02                              | 169.886.735,78              | 81                |

Fuente: Municipalidad de Alajuelita

Según la tabla anterior se ejecutó el 81% del presupuesto inicial. En la siguiente Tabla 16 se desglosa la descripción de los egresos de los diferentes rubros.

**Tabla 16. Rubros de egresos por servicio de recolección de residuos**

| <b>DESCRIPCIÓN</b>                          | <b>PRESUPUESTO INICIAL 2016 (Colones)</b> | <b>PRESUPUESTO EJECUTADO 2016 (Colones)</b> | <b>DISPONIBLE (Colones)</b> | <b>PORCENTAJE</b> |
|---|---|---|-----------------------------|-------------------|
| Alquiler de maquinaria, equipo y mobiliario | 98.482.945,00                             | 98.230.104,55                               | 252.840,45                  | 99,74             |

|  |                |                |                |        |
|--|----------------|----------------|----------------|--------|
| Servicios de gestión y apoyo                       | 207.000.000,00 | 203.835.450,00 | 3.164.550,00   | 98,47  |
| Mantenimiento y reparación de equipo de transporte | 16.243.793,00  | 16.109.913,91  | 133.879,09     | 99,18  |
| Combustible y Lubricante                           | 14.612.286,66  | 13.290.051,45  | 1.322.235,21   | 90,95  |
| Herramienta e instrumentos                         | 250.000,00     | 250.000,00     | 0              | 100,00 |
| Repuestos y accesorios                             | 6.000.000,00   | 5.998.746,05   | 1.253,95       | 99,98  |
| Textiles y vestuario                               | 1.500.000,00   | 1.497.225,00   | 2.775,00       | 99,82  |
| Útiles y materiales de limpieza                    | 500.000,00     | 351.550,00     | 148.450,00     | 70,31  |
| Útiles y materiales de resguardo y seguridad       | 1.000.000,00   | 972.590,00     | 27.410,00      | 97,26  |
| Equipo de Transporte                               | 400.000.000,00 | 235.537.000,00 | 164.463.000,00 | 58,88  |

Fuente: Municipalidad de Alajuelita

De acuerdo a la Tabla anterior se observa que los mayores egresos del servicio de recolección son alquiler de maquinaria y equipo, servicios de gestión y apoyo y equipo de transporte para una ejecución total de ₡728.814.956,02.

Según información suministrada por el Departamento de Planificación el presupuesto total de la Municipalidad de Alajuelita en el 2016 fue de ₡ 2.461.345.637.

#### 4.3. Análisis del servicio de recolección

Con el objetivo de conocer y obtener información de campo sobre aspectos técnicos del servicio de recolección, el día miércoles 26 de abril de 2017, previo permiso de la administración, se realizó un análisis técnico de una ruta del servicio de recolección ordinaria al azar, que se realizó con vehículo particular siguiendo al recolector para evitar molestias u atrasos del servicio.

Cabe mencionar que no se observó que los choferes llevan un control de actividades diarias, similar a la utilizada en este estudio. En la Tabla 17 se describe la evaluación de una ruta de recolección seleccionada al azar.

**Tabla 17: Hoja de control de actividades diarias**

| <b>Fecha</b>                                | <b>Miércoles 26 de abril de 2017</b>                             |
|---|--|
| Unidad recolectora                          | C152713 ( <b>ADAGSAVH, S.A</b> )                                 |
| Capacidad volumétrica del cajón compactador | 24 m <sup>3</sup>  |
| Nombre de chofer                            | Wilson Mora ( <b>ADAGSAVH, S.A</b> )                             |
| Trabajadores manuales                       | Gustavo Gamboa, Juan Luis Mora, Marco Barrantes y Melvin Ramírez |
| Hora Inicial                                | 4:40 a.m.  |
| Kilometraje inicial                         | 163732 km  |
| Punto de inicio                             | Cementerio Campo Santo   |
| Hora Final 1er viaje                        | 8:00 a.m.  |

|   |                     |
|---|---------------------|
| Tiempo efectivo   | 3:20 horas          |
| Km final 1er viaje                                      | 163736              |
| Km efectivo   | 4 km                |
| Recorrido al sitio de disposición final Km PTA El Huazo | 163741              |
| Km recorrido  | 5 km                |
| Peso total de vehículo con residuos                     | 31.04 TM            |
| Peso vacío vehicular                                    | 16,45 TM            |
| Carga útil  | 14,59 TM            |
| Peso volumétrico  | 608 km/m3           |
| Tiempo en disposición final                             | 17 minutos          |
| Hora Inicial 2do viaje                                  | 9:30 a.m.           |
| Kilometraje inicial 2do viaje                           | 163747 km           |
| Punto de inicio 2do viaje                               | Liceo de Alajuelita |
| Hora Final 2do viaje                                    | 12:35 a.m.          |
| Tiempo efectivo   | 3:05 horas          |
| Km final 2do viaje                                      | 163753              |
| Km efectivo   | 6 km                |
| Recorrido al sitio de disposición final Km PTA El Huazo | 163758              |
| Km recorrido  | 5 km                |
| Peso total de vehículo con residuos                     | 30,45 TM            |
| Peso vacío vehicular                                    | 16,45 TM            |
| Carga útil  | 14 TM               |
| Peso volumétrico  | 583 km/m3           |

|                                    |            |
|------------------------------------|------------|
| Tiempo en disposición final        | 25 minutos |
| Resumen diario:                    |            |
| Tiempo total laborado              | 8 horas    |
| Total km recorridos                | 31 km      |
| Total TM recolectadas y dispuestas | 28,59 TM   |

Fuente: elaboración propia 2017.

Es importante indicar que para dicha experiencia fue de gran valor en esta investigación para poder comprender y verificar las dificultades y/o deficiencias del servicio mediante las siguientes observaciones:

- Un trabajador salió a las 3:30 a.m. antes que el recolector para acumular residuos del recorrido y agilizar la recolección (Ver: Anexo 10).
- La recolección inicia en horas de la madrugada donde todavía hay oscuridad.



**Ilustración 6. Inicio de labores 4 a.m.**

- Los residuos son almacenados en bolsas plásticas de colores: negro, blanco, sacos, cajas, canastas y estañones, lo que dificulta ver su contenido interno.
- No se observa separación de materiales valorizables, tales como cartón, papel, botellas y galones plásticos, botellas de vidrio.



**Ilustración 7. Cúmulo de residuos antes de la recolección**

- En el Supermercado Acapulco se observan residuos fuera de estañones, dado que la acumulan la noche anterior fuera del local.
- Los trabajadores manuales usan pala y escobón para recoger los residuos del suelo.
- Los trabajadores, a excepción del chofer de la empresa privada, utilizan uniformes debidamente identificados como funcionarios municipales. No utilizan calzado adecuado de seguridad.
- Del Supermercado Acapulco hasta San Josecito se recolectan los residuos en cúmulos. Esto obliga que el vehículo recolector circula en ambos sentidos de la vía pública con sus respectivas luces de emergencia.



**Ilustración 8. Recorrido del servicio hacia San Josecito**

- Algunos residuos son almacenados en canastas ubicadas fuera de las propiedades, que dificulta la recolección.
- Se observan residuos y aparatos electrónicos, tales como abanicos, TV, celulares.



**Ilustración 9. Abanico en mal estado tirado como un residuo**

- Por el sector de Filtros del vehículo SM6167 se efectuó un trasbordo de residuos al vehículo recolector. Este vehículo ingresa a calles de difícil acceso para el recolector.



**Ilustración 10. Traspordo de residuos en Filtros**

- No se observa derrame de lixiviados del cajón recolector del vehículo recolector privado.
- Nuevas urbanizaciones (Residencial Comercial Fenicia) no cuentan con instalaciones apropiadas para el almacenamiento temporal de residuos.



**Ilustración 11. Acumulación de residuos a intemperie**

- Los trabajadores desayunan mientras el recolector se dirige al sitio de disposición final. Solamente un trabajador acompaña al chofer para facilitar la descarga.
- En la entrada de ingreso al sitio de disposición final de la empresa EBI en El Huazo no se nos permitió el ingreso para verificar la disposición final de los

residuos sólidos recolectados. Solicitaron permiso previo con la administración

- Al salir el recolector del sitio de disposición final, la empresa EBI entrega al chofer un comprobante del pesaje y descarga de los residuos sólidos.

The image shows a 'BOLETA DE CONTROL' (Control Slip) from EBI (Empresas Berthier EBI de Costa Rica S.A.). The form contains the following information:

- Header:** EBI logo, company name, legal details (Cédula Jurídica No. 3-101-215741, Teléfono PBX: 2270-8812 / Fax: 2270-0088, Apartado Postal: 296-1150 La Uruca, San José, Parque de Tecnología Ambiental, Aserrí, ebi@ebi.com.co.cr), and environmental license (Ambiental: ASERRI).
- Payment:** Contado  Crédito  No. 2-110690
- Client:** Fecha: 01/08/2014, Hora: 07:00:00, Nombre Cliente: MUNICIPALIDAD DE ALAJUELITA, Municipio: ALAJUELITA, Chofer: WILSON MORA, Placa: 152713.
- Weight Data:** Hora: 07:00:00 - 07:00:00, Peso lleno: 31040, Peso vacío: 16450, Neto: 14590.
- Container:** Número de Contenedor: 001, Tipo de Residuo: DOMESTICO, Categoría: RECOLECTOR.
- Costs:** No. de Camión: 0.00, Otros Servicios: 0.00, Total a Facturar: 0.00.
- Signatures:** Firma Chofer: [Signature], Firma Pesador: [Signature].
- Vertical Text:** AUTORIZADA - TEL: 2270-8811 - 2270-0088 - FAX: 2270-0088 - www.ebi.com.co.cr
- Bottom Note:** ORIGINAL: BLANCO / COPIAS: VERDE, ROSADA, AMARILLA, CELESTE.

**Ilustración 12. Boleta de pesaje EBI**

Realizadas estas observaciones se aprecian dos cosas sumamente importantes como lo son la mala práctica de recolección de residuos ordinarios y la no separación de materiales que son considerados por la sociedad como residuos.

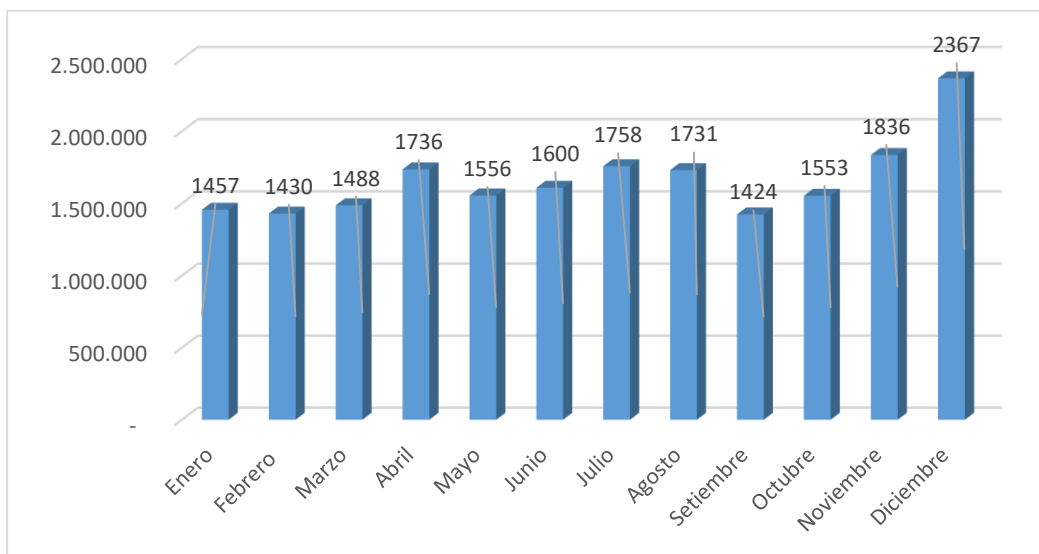
Esta problemática se debe a que los habitantes no están orientados a los beneficios que trae separar y clasificar los residuos según sus características, ya que los materiales contaminados que no se clasifiquen ponen en riesgo la salud de los colaboradores del servicio de recolección de residuos de la municipalidad de Alajuelita.

Es por ello que se propone a realizar un estudio para la factibilidad del servicio de recolección selectiva para el cantón y así observar los beneficios que esto genera.

### 4.3.1. Cantidad de residuos reportados por EBI en el Cantón de Alajuelita

Dado que en la Municipalidad no se llevan registros estadísticos continuos, con el fin de obtener la información de cantidad de residuos recolectados se procedió a tabular información suministrada por la empresa EBI. Esto para obtener información de las cantidades de residuos recolectados por periodo. En el Gráfico 2 se observa la cantidad de residuos recolectados por mes.

**Gráfico 2. Toneladas métricas recolectadas por mes durante el 2016**



Fuente: Empresa Berthier EBI de Costa Rica

Se observan en el gráfico anterior los periodos en los que la Municipalidad recoge mayor cantidad de residuos sólidos. Estos meses son enero, abril, julio y diciembre que se convierten en los mayores generadores de residuos sólidos al año. Esto se debe a que en periodos como principio, mediados y fin de año, los habitantes se encuentran en tiempos de vacaciones y actividades festivas, lo que contribuye a generar mayor demanda del servicio de recolección. En promedio se recolectan 1,662 TM al mes.

Para obtener la cantidad de viajes (o descargas) hacia el relleno sanitario durante el 2016, se generó un muestreo aleatorio de viajes realizados por semana divididos

por los cinco días hábiles para obtener el promedio de viajes diario. En la Tabla 18 se observa el análisis.

**Tabla 18. Cantidad promedio de viajes realizados en el año 2016**

| <b>Año 2016</b> | <b>Semanas al azar</b>  | <b>Total viajes semanales</b> | <b>Total viajes diarios</b> |
|-----------------|-------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| ENERO 2016      | 18 al 22 Enero 2016     | 34                            | 7                           |
| FEBRERO 2016    | 1 al 5 Febrero 2016     | 26                            | 5                           |
| MARZO 2016      | 14 al 18 Marzo 2016     | 29                            | 6                           |
| ABRIL 2016      | 25 al 29 Abril 2016     | 33                            | 7                           |
| MAYO 2016       | 23 al 27 Mayo 2016      | 34                            | 7                           |
| JUNIO 2016      | 6 al 10 Junio 2016      | 25                            | 5                           |
| JULIO 2016      | 18 al 22 Julio 2016     | 32                            | 6                           |
| AGOSTO 2016     | 1 al 5 Agosto 2016      | 31                            | 6                           |
| SEPTIEMBRE 2016 | 26 al 30 Setiembre 2016 | 26                            | 5                           |
| OCTUBRE 2016    | 3 al 7 Octubre 2016     | 31                            | 6                           |
| NOVIEMBRE 2016  | 7 al 11 Noviembre 2016  | 32                            | 6                           |
| DICIEMBRE 2016  | 19 al 23 Diciembre 2016 | 37                            | 7                           |
| TOTAL           |                         | 370                           | 73                          |
| <b>PROMEDIO</b> |                         | <b>31 Viajes semanales</b>    | <b>6 Viajes diarios</b>     |

Fuente: elaboración propia 2017.

Según la tabla anterior, en promedio se efectúan 31 viajes por semana para un promedio diario de seis viajes al relleno sanitario El Huazo.

#### **4.3.2. Descripción y análisis de indicadores de la gestión integral de residuos del servicio de recolección de residuos de Alajuelita.**

Es importante en este estudio conocer los indicadores de la gestión integral de residuos del servicio de recolección de residuos de Alajuelita que fueron descritos en el Capítulo 3.

Estos indicadores se obtienen a través del análisis de actividades para obtener valores determinados para la toma de decisiones y el mejoramiento continuo, por ello representan una herramienta esencial.

Según los datos obtenidos, es posible determinar indicadores esenciales para la toma de decisiones y las propuestas de mejora que se plantean en esta investigación. A continuación se enumeran los ocho indicadores descritos en el citado capítulo.

##### **INDICADOR 1. Generación diaria de residuos ordinarios: 54,64 TM/día**

De acuerdo a los resultados de la **Tabla 3**, para el año 2016 en el cantón de Alajuelita se recolectaron 19.944 TM (Toneladas Métricas). Para obtener este indicador se sigue la siguiente formula:

$$\frac{19.944 \text{ TM}}{365 \text{ Días}} = 54.64 \text{ TM/día}$$

Esta cantidad se aumenta debido al crecimiento de la población y urbanizaciones nuevas que se encuentran actualmente en construcción. Por este motivo es necesaria la actualización del censo ya que Alajuelita se encuentra en un crecimiento poblacional. Cabe indicar que esta es la generación promedio diaria de residuos por la población.

## **INDICADOR 2. Recolección diaria de residuos ordinarios: 79,5 TM/día**

Para complementar el indicador anterior es importante calcular el indicador de recolección diaria. Este se obtiene al dividir el total anual en el año 2016 que fue de 19.944 TM entre los días hábiles del año que son 251 días.

$$\frac{19944 \text{ TM}}{251 \text{ días}} = 79.5 \text{ TM/DIA}$$

Este dato indica que se están recogiendo casi 80 TM diarias y esto tiende a aumentar debido al crecimiento poblacional, lo cual repercute negativamente en los costos de operación del servicio.

## **INDICADOR 3. Porcentaje de población servida: 82.45%**

De acuerdo al número de contribuyentes del servicio de recolección totalizan 20.083 servicios multiplicados por 3,66 habitantes por vivienda en el cantón de Alajuelita (INEC-2011) totalizando 73.504 habitantes que se dividen entre el total de población que es de 89.154. Para obtener este indicador se utiliza la siguiente operación:

$$\frac{73.504 \text{ hab/ servidos} * 100}{89.154 \text{ hab}} = 82.45\%$$

El rango de aceptación según la Organización Panamericana de la Salud (OPS) es de 85 a 100% lo que indica que se está por debajo del rango aceptable. Probablemente esto podría deberse a lo no actualización del censo de contribuyentes.

#### **INDICADOR 4. Producción Per-Cápita (PPC): 1.09 kg/hab/día**

Para obtener este indicador se divide la recolección diaria entre la población servida.

$$\frac{79.500 \text{ KG/DIA}}{73.504} = 1,09 \text{ kg/hab/día}$$

Este indicador demuestra la alta generación de residuos por persona en el cantón, dado que no existen políticas de reducción y/o separación de materiales valorizables como lo indica la Ley 8839.

#### **INDICADOR 5. Cantidad de toneladas métricas por viaje: 13,24 TM**

De acuerdo a los resultados de la **Tabla 17**, el promedio de viajes diario es de 6 veces por día. Entonces al dividir el Indicador 5 entre el número de viajes se obtiene lo siguiente fórmula:

$$\frac{79.460 \text{ Kg TM}}{6 \text{ VIAJES}} = 13,24 \text{ TM/VIAJE}$$

De acuerdo a los resultados del análisis de un recorrido (**Tabla 16**), se obtuvo un promedio de 14,35 TM/viaje y se usó este indicador como parámetro para comprobar la cantidad aproximada de toneladas métricas llevadas al sitio de disposición final en cada viaje.

#### **INDICADOR 6. Peso volumétrico de los residuos compactados: 552 kg/m<sup>3</sup>**

De acuerdo a los resultados del Indicador 6, el promedio de carga útil de residuos por viaje en el 2016 fue de 13,24 TM/viaje. Al dividir esta cantidad entre la capacidad volumétrica del cajón compactador descrito en la Tabla 7 de 24 m<sup>3</sup>, se obtiene el siguiente resultado.

$$\frac{13.240 \text{ TM/Viaje}}{24 \text{ m}^3} = 552 \text{ kg/m}^3$$

De acuerdo a los resultados del análisis de un recorrido descrito en la **Tabla 16** el resultado de este indicador fue de 608 kg/m<sup>3</sup> en el primer viaje y de 583 kg/m<sup>3</sup> en el segundo viaje, para un promedio de 595 kg/m<sup>3</sup>.

**INDICADOR 7. Costo por tonelada métrica recolectada, transportada y dispuesta: ₡36,543 por TM**

Según la cantidad total ejecutada en el servicio de recolección en el 2016 fue de ₡728.814.956, dividida entre el total de toneladas métricas de residuos recolectados, transportados y dispuestos que fue de 19.944 TM, se obtiene el siguiente resultado.

$$\frac{₡728.814.956}{19.944 \text{ TM}} = ₡36.543$$

Este costo del servicio da un parámetro y se ve reflejado en una alta tarifa que se cobra trimestralmente actualmente, por lo cual se han presentado problemas de morosidad en el pago.

**INDICADOR 8. Presupuesto total ejecutado por la municipalidad / presupuesto servicio de recolección**

Al dividir la suma ejecutada en el servicio de recolección en relación con el presupuesto total municipal del año 2016, se obtiene el siguiente resultado:

$$\frac{₡728.814.956}{₡ 2.461.345.637} = 29,61\%$$

Este es un indicador demuestra que un tercio del presupuesto municipal se destina en este servicio, lo cual perjudica otras actividades municipales

A continuación se resumen los resultados de los ocho indicadores obtenidos del servicio de recolección.

**Tabla 19. Resumen de los indicadores de gestión integral de residuos obtenidos**

| <b>Numero de Indicador</b> | <b>Indicadores de gestión integral de residuos para Alajuelita durante el 2016</b> | <b>Rango aceptabilidad del servicio</b> | <b>Resultados obtenidos</b> | <b>Comentarios</b>  |
|----------------------------|--|---|-----------------------------|---|
| 1                          | Generación diaria de residuos  | -                                       | 54,64 TM/día                | Esta cantidad se incrementa debido al crecimiento de población y urbanizaciones nuevas  |
| 2                          | Recolección diaria de residuos ordinarios  | -                                       | 79.5 TM                     | Se recoge un aproximado de 80 TM diarias en el cantón, esta cantidad tiende a subir debido al crecimiento urbanístico del cantón, lo cual repercute negativamente en los costos de operación.                       |
| 3                          | Porcentaje de población servida  | <b>85 a 100%</b>                        | 82.44%                      | El rango de aceptación según la OPS es de 85 a 100% lo que nos indica que se está por debajo del rango aceptable. Probablemente esto podría deberse a lo no actualización del censo de contribuyentes               |
| 4                          | Producción per-cápita (PPC)  | <b>0.35 a 0.75 kg/hab/día</b>           | 1.09 kg/hab/día             | Está fuera del rango aceptable, demuestra la alta generación de residuos por persona en el cantón, dado que no existen políticas de reducción y/o separación de materiales valorizables como lo indica la Ley 8839. |

|   |  |                        |           |  |
|---|--|------------------------|-----------|--|
| 5 | Cantidad de toneladas métricas diario por viaje  | <b>12 a 14 TM</b>      | 13,24 TM  | Los camiones compactadores se están sobrecargando, lo cual ocasiona averías en los sistemas hidráulicos  |
| 6 | Peso volumétrico de los residuos compactados   | <b>450 a 550 kg/m3</b> | 552 kg/m3 | Este indicador está sobre el rango aceptable, lo cual demuestra sobrecarga   |
| 7 | Costo por tonelada métrica recolectada, transportada y dispuesta                       | -                      | ₡36.543   | Este costo del servicio se ve reflejado en una alta tarifa, por lo cual se han presentado problemas de morosidad en el pago.                         |
| 8 | Presupuesto total ejecutado por la municipalidad / presupuesto servicio de recolección | 20 - 25                | 29,61%    | Este es un indicador demuestra que un tercio del presupuesto municipal se destine en este servicio, lo cual perjudica otras actividades municipales. |

Fuente: elaboración propia, 2017

Según la información obtenida fue posible determinar los indicadores esenciales para la toma de decisiones en un eventual plan de gestión integral de residuos para el servicio de recolección de residuos de Alajuelita, no obstante es importante conocer la opinión de los contribuyentes sobre el servicio de recolección de residuos.

#### **4.3.3. Sondeo de opinión sobre el servicio de recolección de residuos**

Como parte fundamental de la presente investigación, se elaboró un sondeo de opinión descrito en el capítulo tres (Metodología para la medición y respaldo cualitativo de la investigación) en la (Figura 8). Este sondeo es fuente primaria importante que aporta datos relevantes sobre la percepción de los contribuyentes del servicio de recolección.

Es de interés mencionar que la muestra utilizada para aplicar el sondeo de opinión fue No Probabilística y se aplicaron 71 formularios, cuya información se encuentra

en el Anexo 5. Debido al tipo de muestra que se utilizó en el estudio, los datos no se pueden generalizar para el total de la población del cantón; sin embargo dan una luz de cuál puede ser la percepción o el comportamiento de los residentes en cuanto al tema del servicio de recolección.

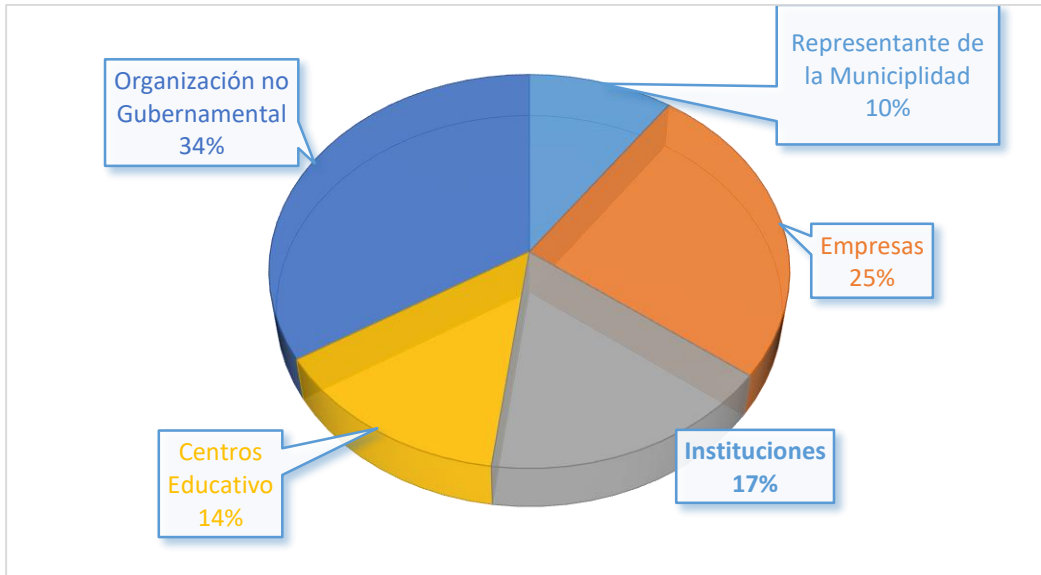
Además, es importante destacar que aunque el sondeo de opinión no es representativo del 100% de la población, se espera que los resultados reflejen comportamientos similares de los pobladores de Alajuelita en cuanto al manejo de los residuos producidos por la actividad humana cotidiana. Con el fin de obtener alguna representatividad de los diferentes sectores de la población de Alajuelita, el sondeo se dividió en cinco segmentos descritos en la Tabla 20 y Gráfico 3.

**Tabla 20. Segmentos de la población meta consultada.**

| <b>Sectores consultados<br/>Sondeo de opinión del<br/>servicio de recolección de<br/>residuos</b> | <b>Total</b> | <b>Porcentaje</b> |
|---|--------------|-------------------|
| Municipalidad de Alajuelita   | 7            | 10                |
| Empresas  | 18           | 25                |
| Instituciones   | 12           | 17                |
| Centros educativos  | 10           | 14                |
| Organización no<br>Gubernamental  | 24           | 34                |
| Total   | 71           | 100               |

Fuente: elaboración propia, 2017

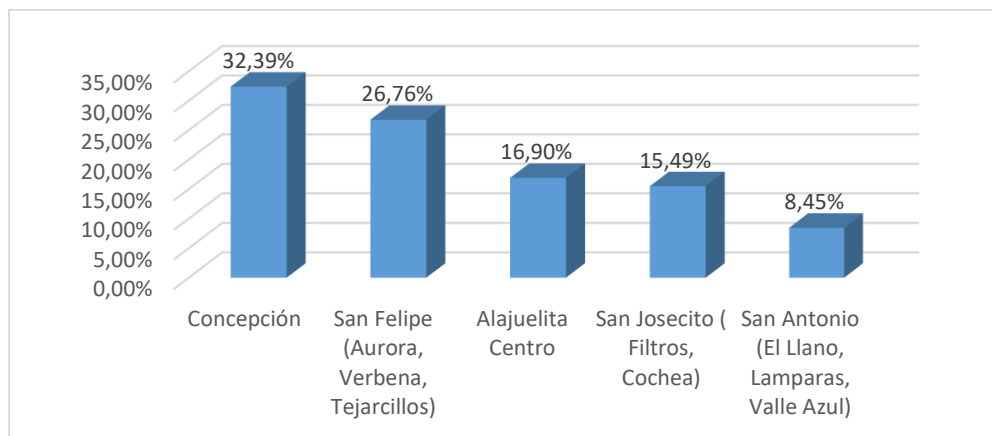
**Gráfico 3. Distribución porcentual de segmentos consultados**



Fuente: elaboración propia, 2017

De acuerdo a la tabla y gráfica anterior, se obtuvieron 71 consultas del sondeo de opinión divididas proporcionalmente entre los segmentos representativos del cantón de Alajuelita. El segmento que sobresalió fue el de las organizaciones no gubernamentales como hogares, asociaciones sin fines de lucro, pulperías, sodas ya que sus actividades los hacen generar más residuos. En el Gráfico 4 se muestran los porcentajes de los consultados por distrito.

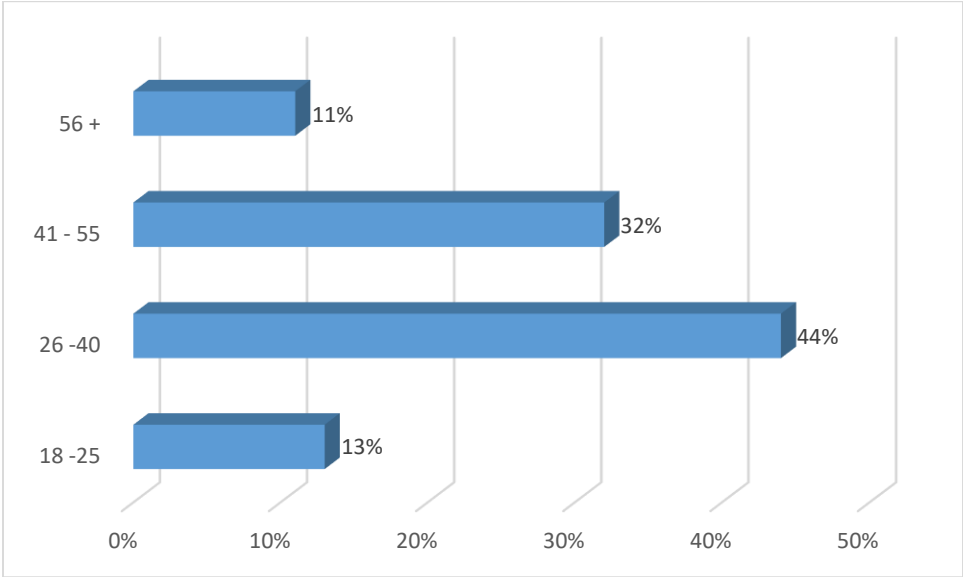
**Gráfico 4: Distrito de residencia**



Fuente: elaboración propia, 2017

Según el gráfico anterior, en el distrito Concepción (32,39%) se obtuvo el mayor porcentaje de respuestas y el distrito San Antonio (8,45%) es el de menor porcentaje de consultados. En el Gráfico 5 se muestra el porcentaje del rango de edades.

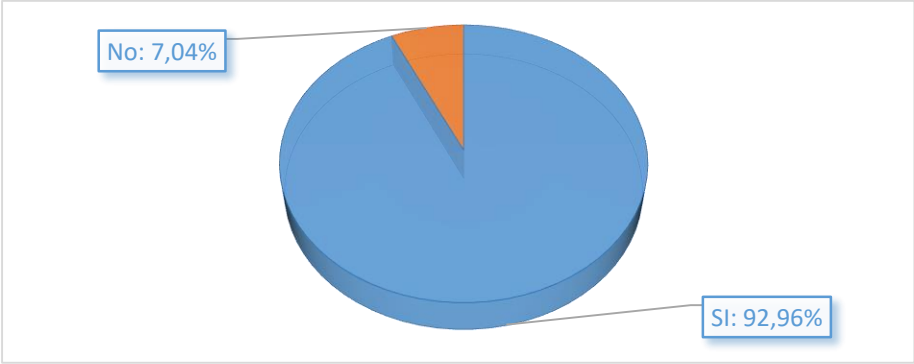
**Gráfico 5. Rango de edades del segmento de consultados**



Fuente: elaboración propia, 2017

De acuerdo a los resultados el mayor grupo de consultados se encuentra entre 26 y 55 años, mientras que el menor grupo de consultados fueron los mayores de 56 años. En el Gráfico 6 se observan los porcentajes de las respuestas si reciben o no el servicio.

**Gráfico 6. Recibe el servicio de recolección**

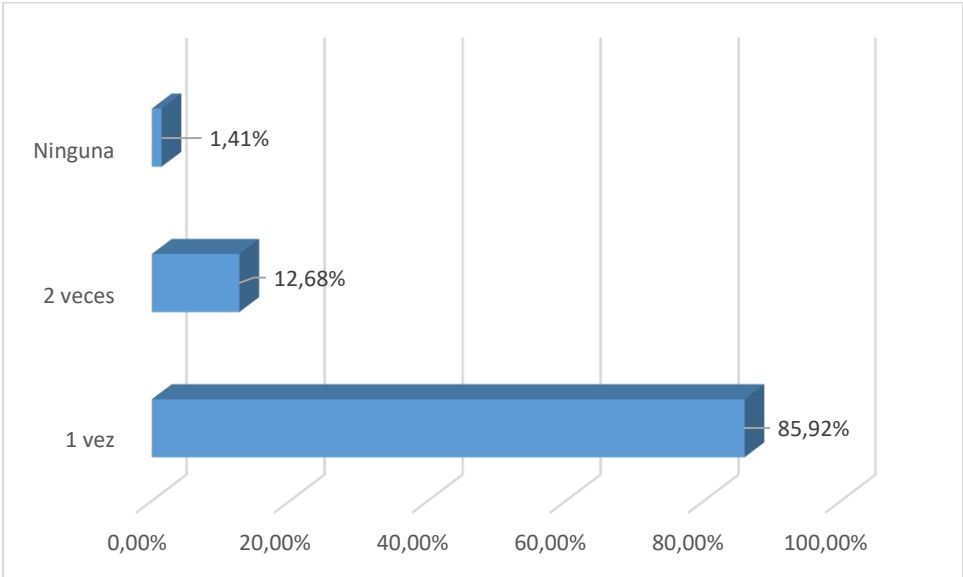


Fuente: elaboración propia, 2017

De acuerdo a los resultados obtenidos el 92,96% de los consultados manifestó recibir el servicio, mientras que el 7,04% manifestó no recibirlo. Esto sería otro parámetro para entender porque llegan a tener un margen de cobertura del 82.44% y no del 100% como lo alegan los funcionarios del departamento de Gestión Ambiental.

Algunas empresas como el supermercado Mega súper manifestaron que ellos no recibían el servicio de recolección dado que lo hacen por sus propios medios. Esto expone la problemática de que existen altos costos por morosidad del servicio y el crecimiento urbano que se está presentando constantemente en el cantón. En el Gráfico 7 se observan los porcentajes de las respuestas de la frecuencia del servicio de recolección que reciben los usuarios.

**Gráfico 7: Frecuencia del servicio de recolección ordinaria**



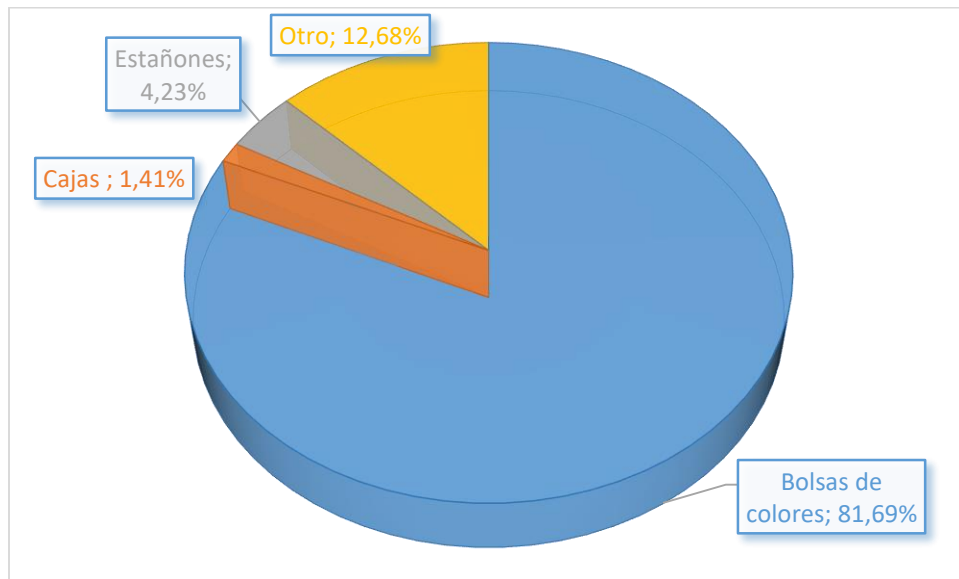
Fuente: elaboración propia, 2017

De acuerdo a los resultados de gráfico anterior, la mayor cantidad de usuarios recibe el servicio una vez por semana (85,92%), 2 veces por semana (12,68) y 1,41% ninguna.

En muchas ocasiones la frecuencia de recolección de una vez por semana no es la correcta ya que el cantón está presentando constante crecimiento en habitantes y esto provoca que aumenten los generadores de residuos en el cantón.

En caso de implementarse el servicio propuesto de recolección selectiva de materiales valorizables en el cantón, es recomendable que la misma se realice con una frecuencia de 1 vez por semana o cada 15 días máximo. En el Gráfico 8 se observan los porcentajes de las respuestas referentes a la forma de almacenamiento de los residuos.

**Gráfico 8. Como almacena temporalmente los residuos**



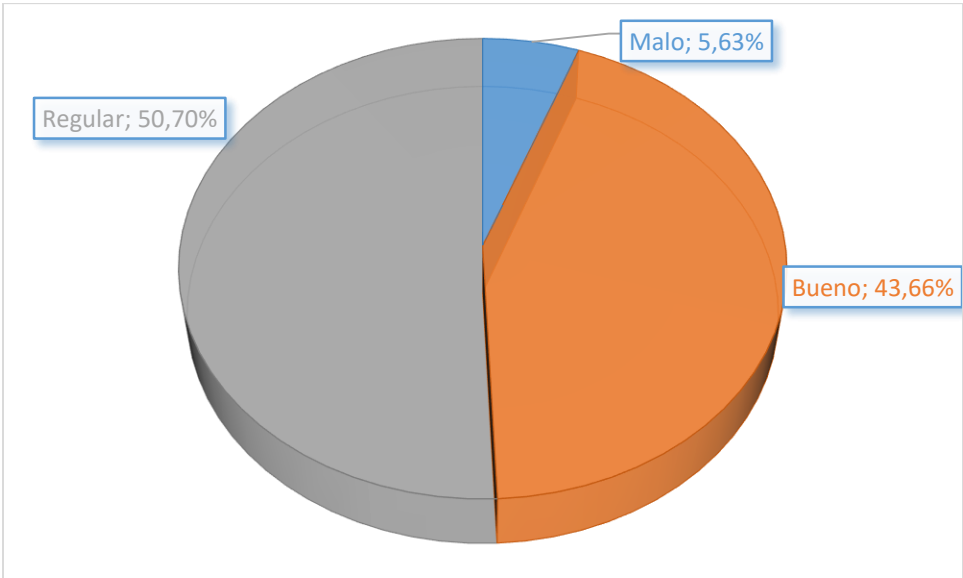
Fuente: elaboración propia, 2017

Según el gráfico anterior, se observa que un 81.69% almacena los residuos en bolsas de colores, un 12.68% los almacena en otros ya sea separadores, canastas entre otros. Un 4,23% manifestó que almacena los residuos en estañones y un 1,41% en cajas.

El almacenamiento temporal se da en bolsas de colores como lo manifestaron el 81% de los consultados. Este almacenamiento dificulta observar lo que va realmente dentro de la bolsa. En su mayoría los residuos se encuentran revueltos

dentro de las bolsas sin una separación respectiva por parte del generador. Esto se debe a que no existe una educación previa de la importancia de la separación de los residuos valorizables. En el Gráfico 9 se observan los porcentajes de las respuestas sobre la satisfacción de la calidad del servicio.

**Gráfico 9. Como califica el servicio de recolección**

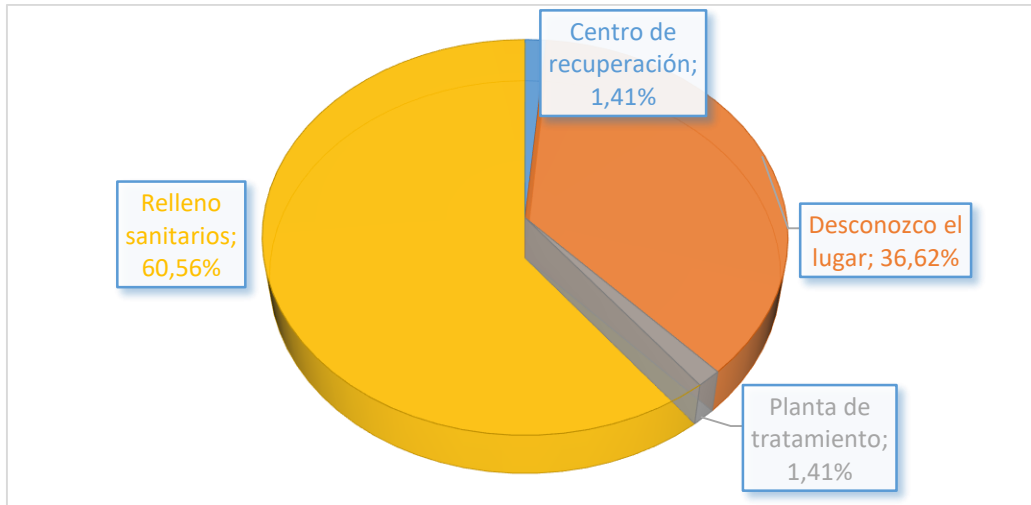


Fuente: elaboración propia, 2017

De conformidad a los resultados anteriores, entre regular y malo existe una inconformidad del 56,33% por la prestación del servicio, mientras que un 50.70% lo considera bueno.

Mediante este sondeo se observa un potencial de mejora hacia el servicio de recolección en sus puntos débiles, como la implementación del servicio de recolección selectiva para la disminución de los residuos ordinarios como lo estipula la ley 8893. En el Gráfico 10 se observan los porcentajes de las respuestas sobre donde son transportados los residuos recolectados.

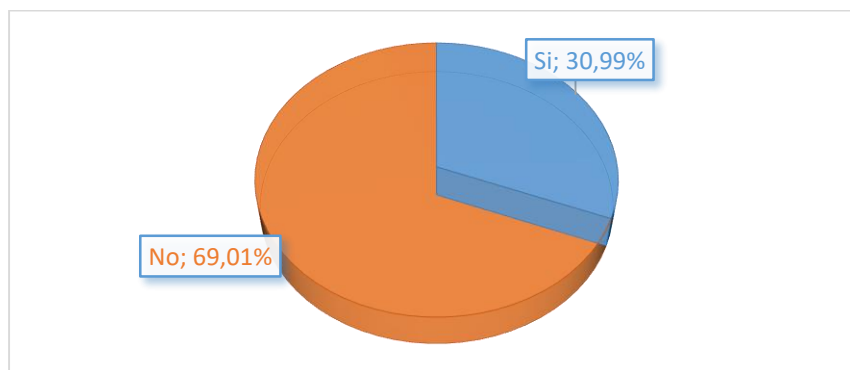
**Gráfico 10. Donde son transportados los residuos recolectados**



Fuente: elaboración propia, 2017

Según el gráfico anterior, se observa que solamente un 60,56% sabe que los residuos se transportan a un relleno sanitario, un 36,62% desconoce su destino final. Un 2,82% manifestó que los residuos se llevan a un centro de recuperación o una planta de tratamiento. Es importante concientizar a la población de los beneficios de separar los residuos en la fuente de generación y transportarlos a centros de recuperación de materiales. Es urgente eliminar el concepto erróneo de que todos los residuos deben ser transportados a los rellenos sanitarios por los altos costos que esto implica. En el Gráfico 11 se observan los porcentajes de las respuestas sobre el conocimiento de la Ley 8839.

**Gráfico 11. Conoce la Ley 8839**

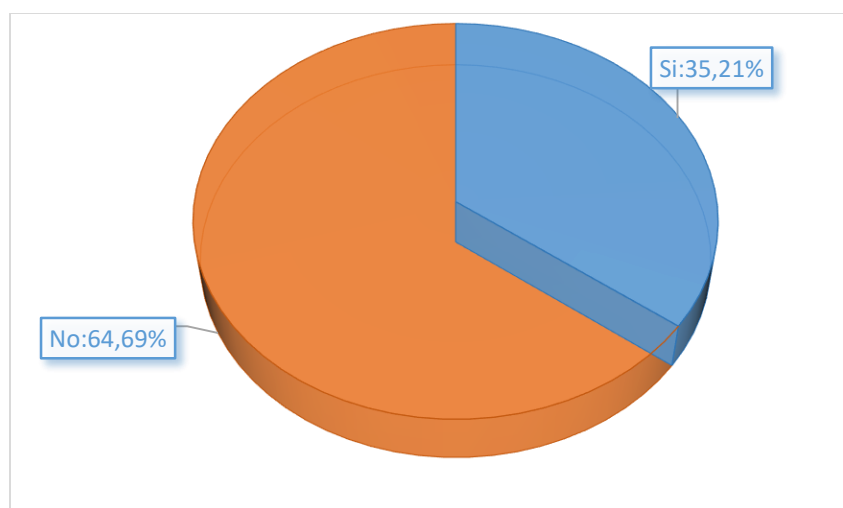


Fuente: elaboración propia, 2017

Las respuestas del gráfico anterior revelan que un 69% desconoce la Ley de Gestión integral de residuos mientras que el 31% si la conoce. La Ley 8839 le exige a la Municipalidad entre sus funciones dictar los reglamentos en el cantón para la clasificación, recolección selectiva y disposición final de residuos, que deberán responder a los objetivos de esta Ley y su Reglamento.

Esto podría sugerir que el conocimiento en la separación de residuos no se tiene claro, lo que lleva a pensar en la necesidad de educar a las personas en cuanto a ese tema. En el Gráfico 12 se observan los porcentajes de las respuestas si separan o no los residuos.

**Gráfico 12. Separan los residuos**



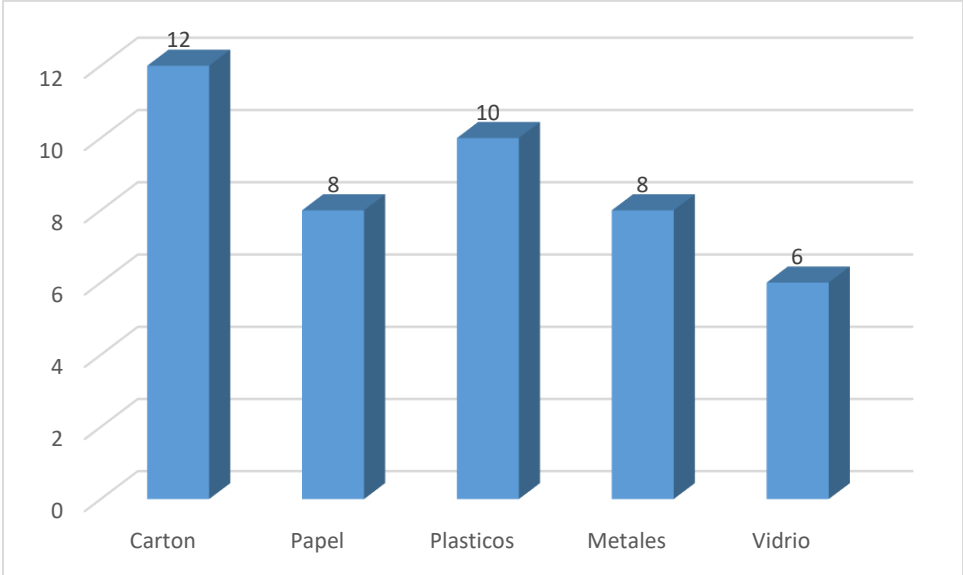
Fuente: elaboración propia, 2017

De acuerdo al gráfico anterior, se observa que solamente un 35,21% de los consultados si separan, mientras que un 64,79% no realiza esta importante práctica. Los principales aspectos identificados en el estudio para no realizar la separación de los residuos referían a que las personas señalaban desconocer cómo hacerlo. Además indicaban que eso correspondería a una pérdida de tiempo y que no había quién recogiera los residuos separados.

La Ley 8839 le exige a las Municipalidades promover la capacitación y realizar campañas educativas de sensibilización de los habitantes del cantón respectivo

para fomentar la cultura de separar los residuos en la fuente para su recolección selectiva. En el Gráfico 13 se observan los materiales que se separan

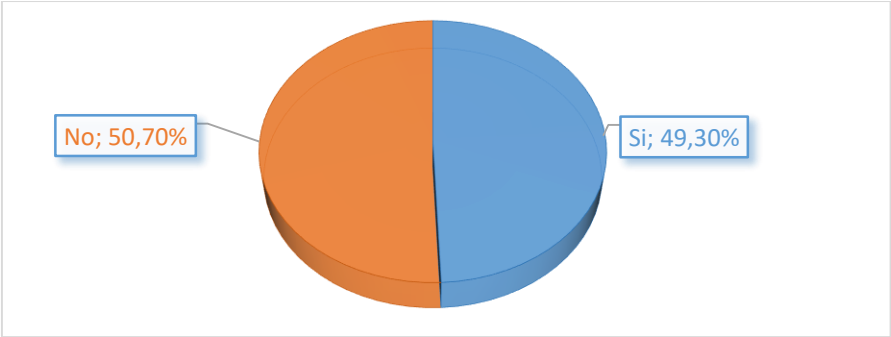
**Gráfico 13. Residuos reciclables que se separan**



Fuente: elaboración propia, 2017

Según el gráfico anterior del 35,21% de los consultados que manifestaron que si separan, el material que más separan es el cartón con 12 respuestas, seguido por los plásticos con 10 respuestas. Con esto se puede determinar que existe conciencia de un sector de la población de la importancia de separar los residuos y los beneficios que eso lleva. En el Gráfico 14 se observan los porcentajes de las respuestas si conocen algún centro de recuperación en el cantón.

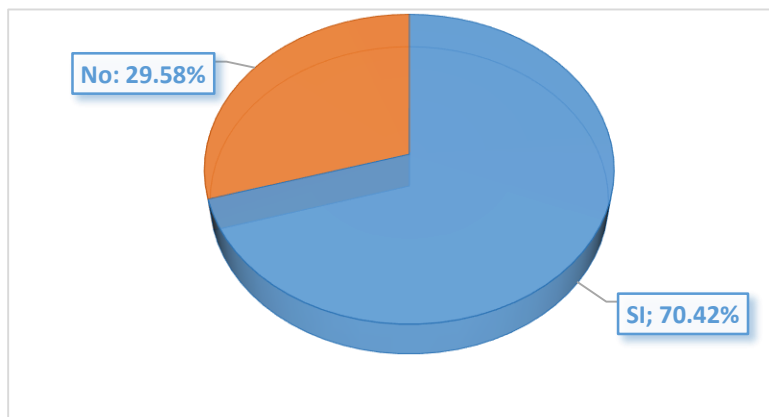
**Gráfico 14. Conoce algún centro de recuperación en Alajuelita**



Fuente: elaboración propia, 2017

Las respuestas según el gráfico anterior se encuentran comparadas en un 50%. Paralelamente algunos consultados manifiestan conocer el Centro de Acopio San Miguel, ubicado en el distrito Concepción, el cual actualmente es el único avalado por el Ministerio de Salud. En el Gráfico 15 se observan las respuestas si participarían o no en un programa de separación.

**Gráfico 15. Participaría en un programa de separación de residuos**



Fuente: elaboración propia, 2017

Según el gráfico anterior, de los 71 consultados, 50 que equivale al 70,42% manifestaron su voluntad de separar los residuos mientras que 21 consultados equivalentes a 29,58% aún no están convencidos de las bondades de separar los residuos.

El anterior resultado muestra que entre las personas consultadas existe una disposición a involucrarse en prácticas adecuadas para tratamientos de residuos que se generan en los hogares lo que puede visualizarse como un aliciente para que la Municipalidad involucre a estas personas de manera activa en el PMGIRS, lo que conlleva educar a las comunidades, involucrarlas de manera participativa en la gestión de residuos y ofrecerles los servicios y los medios necesarios para que dispongan de los residuos (servicio de recolección, recipientes para separación de residuos, centro de recuperación, relleno sanitario, entre otros).

Además, de los 71 consultados es útil resumir elementos de interés en cuanto a la percepción, sugerencias o comentario de aporte para mejorar el servicio de recolección de residuos, como lo fueron las siguientes.

1. *"Avisar cuando pasan recogiendo reciclaje y si pudieran pasar 2 días por semana recogiendo la basura"* **(Implementar sistema de recolección selectiva)**
2. *"Buscar Alternativas de recolección en cuanto plástico, metales etc. para no generar todo como desechos que terminan en un relleno sanitario".* **(Implementar sistema de recolección selectiva)**
3. *"conforme con el servicio brindado".***(Sugerencias Complementaria)**
4. *"Debería de hacerse una campaña a nivel cantonal o mejor aún Nacional para que no se haga conciencia, si no se adapte como parte cotidiana de las tareas diarias y nuestro país deje de ser lo que es hoy, porque en la basura solo viven los salvaje"* **(Sugerencias Complementaria)**
5. *"Deberían de hacer más centros de acopio, a veces tengo material para reciclar pero me cuesta poder llevarlo".* **(Implementar sistema de recolección selectiva)**
6. *"Descontaminar los Ríos de Residuos"***(Sugerencias Complementaria)**
7. *"Dejan Regueros en la calle y los recolectores no los recogen".* **(Mejorar el servicio de recolección ordinaria)**
8. *"Disposición de la gente en cuanto el horario de sacar la basura."* **(Sugerencias Complementaria)**
9. *"El problema en Alajuelita es que uno puede separar los residuos pero a la hora de recoger la colocan toda junta en el camión, adema cuando hacen la recolección rompen las bolsas y los mismos recolectores no la recogen."* **(Mejorar el servicio de recolección ordinaria)**
10. *"Reforzar la frecuencia de recolección."* **(Mejorar el servicio de recolección ordinaria)**
11. *"El servicio es deficiente, a veces no vienen el día que corresponde. Por ejemplo el día de recolección es lunes y esta semana no vinieron".* **(Mejorar el servicio de recolección ordinaria)**

12. *"En Fuentes la comunidad se está organizando para separar los residuos y la municipalidad de Alajuelita un camión una vez al mes (Ambientados) "*.  
**(Sugerencias Complementaria)**
13. *"Es necesario el reciclaje y la reutilización de recurso, los residuos pueden generar ganancia económica y la más importante ambiental".* **(Educación sobre el manejo adecuado de residuos)**
14. *"Establecer una hora fija para recoger la basura".* **(Mejorar el servicio de recolección ordinaria)**
15. *"Fomentar en las escuelas la importancia de separar los residuos para su futura generación"* **(Educación sobre el manejo adecuado de residuos)**
16. *"Gracias".* **(Sugerencias Complementaria)**
17. *"Implementar la recolección de reciclaje, reparación de muebles, electrométricos para fomentar la ocupación de jóvenes y adultos".*
18. *"Incrementar los días de recolección.* **(Implementar sistema de recolección selectiva)**
19. *"La Comunidad estuvo separando un tiempo los residuos con las personas de manos a la obra, Se terminó el proyecto y no se continuó por falta de apoyo de la municipalidad".* **(Sugerencias Complementaria)**
20. *"Más días recolección, contar con basureros cercanos que indiquen el tipo de residuos".* **(Sugerencias Complementaria)**
21. *"Mayor Cobertura".* **(Mejorar el servicio de recolección ordinaria)**
22. *"Mejoramiento en cuanto a los vehículos recolectores de materiales reciclables".* **(Sugerencias Complementaria)**
23. *"muchas veces uno separa los residuos pero no tenemos tiempo o transporte para ir a dejarlo. sería muy buena opción que los carros recolectores también la recogieran".* **(Sugerencias Complementaria)**
24. *"Nada todo me parece bien".***(Sugerencias Complementaria)**
25. *"No cuentan con recolección Selectiva, motivar o incentivar la realización de dicha recolección"* **(Implementar sistema de recolección selectiva)**

26. *"No recibimos el servicio por el estado del camino, actualmente sacamos los residuos a Poas. Aprovechamos lo orgánico, algunos vecinos lo queman".*  
**(Mejorar el servicio de recolección ordinaria)**
27. *"Pasar el camión de la basura más seguido, Barrio Lámparas"* **(Mejorar el servicio de recolección ordinaria)**
28. *"Poner Basureros de diferentes colores para la recolección selectiva"*  
**(Implementar sistema de recolección selectiva)**
29. *"Programar con frecuencia recolección de residuos no tradicionales. La gente no sabe qué hacer con un mueble viejo, etc".* **(Educación sobre el manejo adecuado de residuos)**
30. *"Promover el reciclaje y la reutilización de desechos en la comunidad, así como promover campañas de limpieza periódicas en las que se integre a la juventud de Alajuelita".* **(Implementar sistema de recolección selectiva)**
31. *"Que cuando recojan dejen limpio porque a veces se les cae una bolsa y riegan todo y ahí la dejan".* **(Mejorar el servicio de recolección ordinaria)**
32. *"Que el que recolecta no deje residuos porque siempre dejan basura y no es la idea, si le están pagando por ese trabajo deben hacerlo bien hecho!!! "*  
**(Mejorar el servicio de recolección ordinaria)**
33. *"Que pasaron unas dos veces para que no se acumule tanta basura"*  
**(Mejorar el servicio de recolección ordinaria)**
34. *"Que se brinde el servicio de recolección con más frecuencia"* **(Mejorar el servicio de recolección ordinaria)**
35. *"Realizar campañas de concientización a la población y disponer de separadores de residuos en cada comunidad"* **(Educación sobre el manejo adecuado de residuos)**
36. *"Realizar cronograma, boletines, para informar a la comunidad sobre los días de recolección selectiva puede ser por distrito o sectores que cubra todo el cantón. Aplicar el reglamento a empresas que reparan electrodomésticos, exigir plan de recolección de residuos y ver que empresas lo cumplen"*  
**(Educación sobre el manejo adecuado de residuos)**

37. *"Se debe hacer una campaña de reciclaje en el cantón"* **(Implementar sistema de recolección selectiva)**
38. *"Ser un poco más constantes y no dejar los residuos cuando recogen las bolsas de basura"* **(Mejorar el servicio de recolección ordinaria)**
39. *"Sería bueno q se separara el reciclaje, en san Felipe nunca han hecho ningún tipo de campaña... Y la gente si esta anuente a hacerlo"* **(Implementar sistema de recolección selectiva)**
40. *"Sería bueno que entregaran basureros para cada casa uno para residuos y otro para reciclaje cada día que pasa la basura el dueño saca su basurero así se evita que los perros rompan las bolsas!! Y en el caso del reciclaje que tengan un carro que pase una vez a la semana recolectando el reciclaje"* **(Implementar sistema de recolección selectiva)**
41. *"Sería muy bueno mejorar en reciclaje para la comunidad"* **(Implementar sistema de recolección selectiva)**
42. *"Si en la municipalidad hubiera un día o un camión para recoger lo reciclable sería buenísimo"* **(Implementar sistema de recolección selectiva)**
43. *"una vez a la semana es suficiente, el problema es la hora en que pasan , en mi caso es a las 5 am si no salgo a tiempo se me queda la basura y Si lo hago de noche los perros e indigentes hacen de las suyas, así que me parece que podría pasar un poco más tarde o dos veces x semana"* **(Mejorar el servicio de recolección ordinaria)**

Cabe mencionar que las 43 respuestas, sugerencias o comentarios se han dividido en temas específicos, tales como: A) Educación sobre el manejo adecuado de residuos, B) Implementar sistema de recolección selectiva, C) Mejorar el servicio de recolección ordinaria y D) Sugerencias complementarias. En la Tabla 21 se realiza este resumen de respuestas obtenidas.

**Tabla 21. Resumen de respuestas obtenidas en Sondeo de Opinión**

| <b>Tema</b>  | <b>Frecuencia</b> | <b>Porcentaje</b> | <b>Porcentaje Acumulado</b> |
|--|-------------------|-------------------|-----------------------------|
| <b>A) Educación sobre el manejo adecuado de residuos</b> | 3                 | 7                 |                             |
| <b>B) Implementar sistema de recolección selectiva</b>   | 18                | 42                |                             |
| <b>C) Mejorar el servicio de recolección ordinaria</b>   | 14                | 33                |                             |
| <b>D) Sugerencias complementarias</b>                    | 8                 | 18                |                             |
| <b>Totales</b>   | 43                | 100               |                             |

Fuente: elaboración propia 2017

| <b>Tema</b>   | <b>Frecuencia</b> | <b>Porcentaje</b> | <b>Porcentaje Acumulado</b> |
|---|-------------------|-------------------|-----------------------------|
| <b>Implementar sistema de recolección selectiva</b>   | 18                | 42                | 42                          |
| <b>Mejorar el servicio de recolección ordinaria</b>   | 14                | 33                | 75                          |
| <b>Sugerencias complementarias</b>                    | 8                 | 18                | 93                          |
| <b>Educación sobre el manejo adecuado de residuos</b> | 3                 | 7                 | 100                         |
|   | 43                |                   |                             |

De la tabla anterior se observa que en su mayoría las respuestas se enfatizan en implementar el sistema de recolección selectiva con un 42%, seguido por el mejoramiento del servicio de recolección ordinaria del 33%.

#### 4.3.4. Diagrama de Pareto

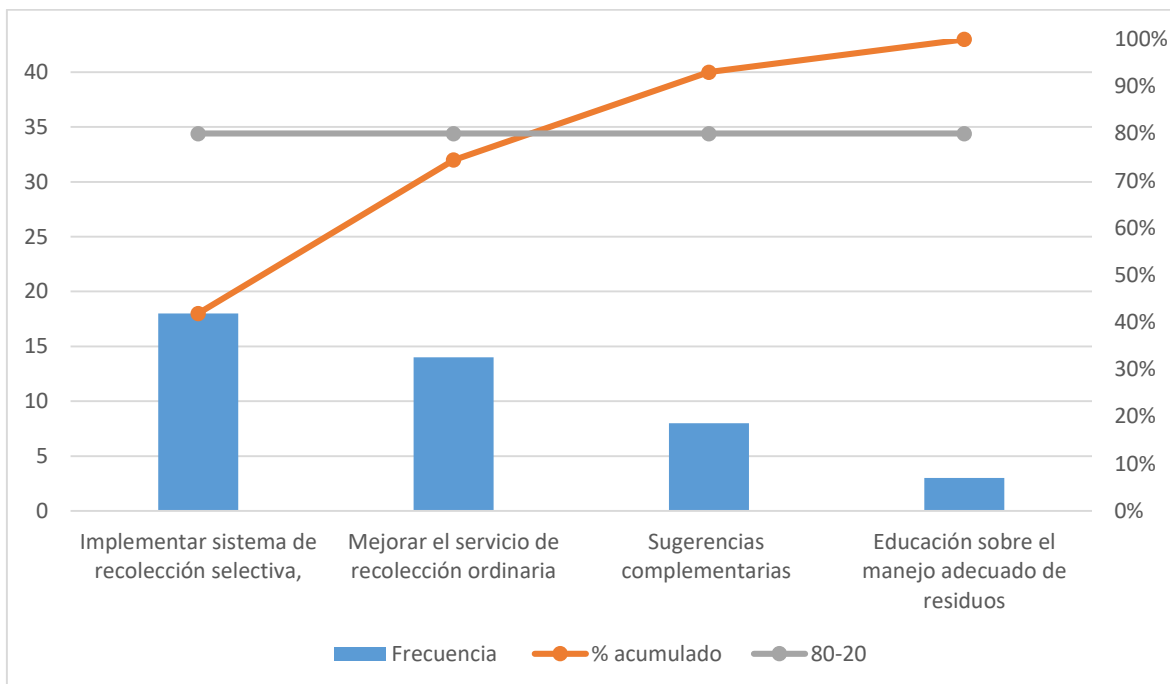
De acuerdo a los resultados de la Tabla 20, es posible aplicar el método de Pareto en cuanto a los resultados de los temas específicos y resultados obtenidos para priorizar la información. En la Tabla 22 y Gráfica 16 se observan los resultados.

**Tabla 22. Temas específicos a tratar para realizar el Diagrama de Pareto**

| <b>Causa</b> | <b>Descripción</b>                             | <b>Frecuencia</b> | <b>Porcentaje</b> | <b>Porcentaje acumulado</b> |
|--------------|--|-------------------|-------------------|-----------------------------|
| <b>B</b>     | Implementar sistema de recolección selectiva   | 18                | 42                | 42                          |
| <b>C</b>     | Mejorar el servicio de recolección ordinaria   | 14                | 33                | 75                          |
| <b>D</b>     | Sugerencias complementarias                    | 8                 | 19                | 94                          |
| <b>A</b>     | Educación sobre el manejo adecuado de residuos | 3                 | 7                 | 100                         |

Fuente: elaboración propia, 2017

#### **Gráfico 16. Temas específicos a tratar**



Fuente: elaboración propia, 2017

De acuerdo a los resultados del Diagrama de Pareto, se puede deducir que los contribuyentes consideran que el mejoramiento del servicio, mediante la implementación de un eventual sistema de recolección selectiva coadyuvaría a mejorar el servicio ordinario educando a la población hacia la reducción de los residuos y altos costos de operación actuales.

Es importante tener en consideración que la opinión de las personas del cantón de Alajuelita indica una tendencia de voluntad a participar en la gestión integral de residuos; sin embargo, la Municipalidad de Alajuelita, en la actualidad no brinda el servicio de recolección de residuos valorizables, ni tampoco ha dispuesto de un centro de acopio para el tratamiento de estos y la recuperación de los residuos valorizables.

En concordancia con lo anterior, las personas de la comunidad no cuentan con las condiciones necesarias para involucrarse activamente en la gestión de residuos, salvo por algunas organizaciones, tales como AMBIENTADOS (Canal 7, Kimberly

Clark) que desde agosto del 2016 desarrolla campañas de recuperación de residuos una vez al mes en el edificio municipal.

A continuación en la Tabla 23 se presentan los resultados de las cantidades en kilogramos recuperadas por mes de la Campaña Ambientados, esto para conocer las toneladas que se han recuperado en estos ocho meses que comprenden de Agosto del 2016 a Marzo 2017.

**Tabla 23. Cantidades recuperadas en kg por mes de Campaña Ambientados**

| Nombre del punto de recolección                           |            |                      |             |                 | Municipalidad de Alajuelita |               |            |                   |                    |              |
|---|------------|----------------------|-------------|-----------------|-----------------------------|---------------|------------|-------------------|--------------------|--------------|
| Nombre de la persona encargada del reporte                |            |                      |             |                 | Johanna Ávila Vargas        |               |            |                   |                    |              |
| Informe de material recuperado por mes en kilogramos (KG) |            |                      |             |                 |                             |               |            |                   |                    |              |
| Mes   | Papel (KG) | Papel Periódico (KG) | Cartón (KG) | Tetra Pack (KG) | Vidrio (KG)                 | Aluminio (KG) | Latón (KG) | Plástico PET (KG) | Papel Secunda (KG) | Total (KG)   |
| Agosto 2016   | 168        | 56                   | 648         | 95              | 271                         | 10            | 187        | 286               | 380                | 2101         |
| Septiembre 2016   | 227        | 70                   | 753         | 80              | 177                         | 8             | 664        | 112               | 414                | 2505         |
| Octubre 2016  | 168        | 56                   | 233         | 95              | 559                         | 10            | 187        | 286               | 380                | 1974         |
| Noviembre 2016  | 135        | 67                   | 645         | 93              |                             |               | 225        | 119               | 404                | 1688         |
| Diciembre 2016  | 413        | 15                   | 175         | 64              | 321                         | 24            | 788        | 216               | 582                | 2598         |
| Enero 2017  | 240        | 35                   | 1068        | 50              | 400                         | 28            | 315        | 837               | 800                | 3773         |
| Febrero 2017  | 670        |                      | 583         | 68              | 350                         |               | 274        | 215               | 100                | 2260         |
| Marzo 2017  | 340        |                      | 20          |                 | 100                         |               | 170        | 890               | 300                | 1820         |
| <b>TOTAL</b>  |            |                      |             |                 |                             |               |            |                   |                    | <b>18719</b> |
| <b>Total en TM</b>  | 2361       | 299                  | 4125        | 545             | 2178                        | 80            | 2810       | 2961              | 3360               | 18.71        |
| <b>Porcentaje</b>   | 12,61      | 1,60                 | 22,04       | 2,91            | 11,6                        | 0,43          | 15         | 15,82             | 17,95              | 100          |

Fuente: Municipalidad de Alajuelita, Ambientados

De la tabla anterior se deduce que en estos ocho meses se recuperaron 18.71 TM y en promedio mensual ( $18.71\text{TM} \div 8 \text{ meses}$ ) se recuperan 2,34 Toneladas Métricas mediante la campaña Ambientados, también se puede observar que existe un porcentaje del 22% de cartón recuperado. Esta es una cifra de referencia a potencializar en el futuro cercano con una eventual implementación del servicio de recolección selectiva para disminuir la carga y costos del servicio.

Es importante destacar que en Alajuelita se encuentra el Centro de Recuperación de Materiales (CRM) denominado Recicladora San Miguel, avalado por el Ministerio de Salud como empresa Gestora de Residuos Sólidos.

La recicladora se encarga de recibir, comprar, embalar y vender a las industrias recicladoras nacionales e internacionales los siguientes materiales: acero, aluminio, batería (plomo), bronce, cartón, catalizadores, chatarra (hierro), cobre, cajas plásticas, microondas, papel, periódico, plástico PET y HDPE, tarjetas de computadora, vidrio de envase. No se reciben materiales poli laminados

Paralelamente este CRM también recibe y compra materiales valorizables del servicio de recolección selectiva que se brinda en las Municipalidades de Escazú, Moravia, Curridabat y San José. A continuación en la Tabla 24 se presenta la lista de precios de los materiales valorizables al 7 de abril del 2017.

**Tabla 24. Costo por los materiales valorizables de Recicladora San Miguel**

| <b>Recicladora San Miguel</b> |                                      |
|-------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Materiales</b>             | <b>Precio por tonelada (colones)</b> |
| Acero Inoxidable              | 100.000                              |
| Aluminio                      | 300.000                              |
| Batería                       | 200.000                              |
| Bronce                        | 1.000.000                            |
| Caja Plástica                 | 100.000                              |
| Cartón                        | 15.000                               |
| Metales (Chatarra)            | 55.000                               |
| Cobre                         | 1.800.000                            |

|                           |           |
|---------------------------|-----------|
| Papel                     | 60.000    |
| Plástico Pet              | 10.000    |
| Radiador (Cobre/Aluminio) | 500.000   |
| Radiador (Cobre/Bronce)   | 900.000   |
| Tarjeta Computadora       | 1.000.000 |
| Vidrio                    | 10.000    |
| Material sin clasificar   | 5.000     |

Fuente: elaboración propia, 2017

Según lo manifestado por el administrador, CRM tendría la capacidad de recibir los residuos valorizables recuperadas en una eventual implementación del servicio de recolección selectiva en Alajuelita, lo que ahorraría costos de recolección, transporte y disposición final e ingresos con la compra de materiales.

La Recicladora busca contribuir con la responsabilidad social de las empresas y coadyuvar a la incorporación de prácticas sustentables que beneficien la preservación del medio ambiente.

#### **4.3.5. FODA del Servicio de recolección de residuos en Alajuelita**

Para entender todas las situaciones involucradas en el servicio de recolección de residuos en Alajuelita, se procede a realizar un análisis interno y externo. Según la información recopilada en la aplicación de la técnica de sondeo, se determinaron las siguientes fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, que se encuentran detalladas en la siguiente tabla.

**Tabla 25. Análisis FODA del servicio de recolección**

| <b>Aspecto evaluado</b>                | <b>Fortalezas</b>   | <b>Debilidades</b>  | <b>Recomendación</b>   |
|--|---|---|--|
| Generación de residuos.                | -Los habitantes generan residuos por actividades cotidianas   | -No hay procesos de disminución o recuperación de materiales valorizables.<br><br>-El costo por TM es muy alto.<br><br>-Incremento de generación por población y urbanidad aumenta costos del servicio  | Promover el servicio de recolección selectiva mediante campañas informativas, para conocer los beneficios de la recuperación de materiales valorizables.   |
| Separación de materiales valorizables. | -Un 70% de los consultados está anuente en participar en programa de reciclaje.<br><br>-Un 35% de los consultados está separando residuos valorizables<br><br>-El Cantón de Alajuelita cuenta con una recicladora certificada por el M.S.<br><br>-Poseen terrenos para un posible CRM | -No hay un sistema continuo de separación por parte de los contribuyentes.<br><br>-La municipalidad no tiene equipo e infraestructura para la recolección, acopio y venta de materiales.<br><br>-La población aún no está educada en temas de reciclaje de residuos sólidos.<br><br>No cuenta con vehículos apropiados para la recolección selectiva. | Promover la separación en la fuente y la clasificación de los residuos, tanto por parte del sector privado y los hogares, como de las instituciones del sector público.<br><br>Promover la clasificación, cuantificación y caracterización de los residuos, a fin de conocer los beneficios que esto conlleva, mediante campañas |

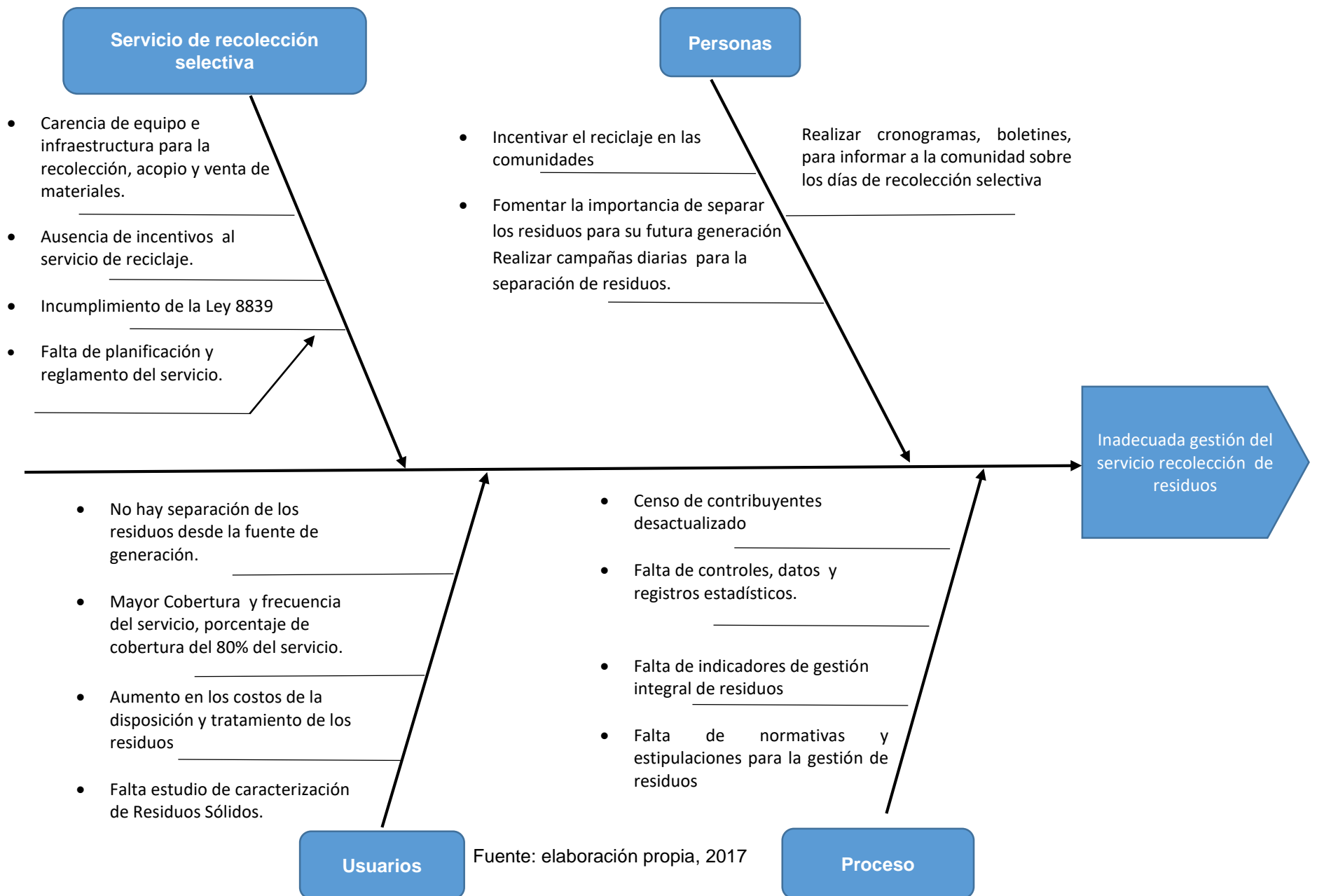
|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| Almacenamiento temporal de residuos.         | <p>-Los residuos almacenados son recolectados al menos una vez por semana.</p> <p>-Un 49% de los residuos se deben almacenar separadamente de los ordinarios.</p> <p>-En el mercado existen bolsas transparentes para el almacenamiento de materiales valorizables.</p>  | <p>-Los residuos se almacenan en bolsas de colores, cajas y estañones que no es posible observar su contenido interno.</p> <p>-Los residuos son almacenados en la noche anterior de la recolección y recolectados en horas de la madrugada, lo cual provoca que animales y personas los dispersen.</p>   | <p>Almacenar los residuos ordinarios separadamente de los residuos valorizables.</p> <p>Incentivar el almacenamiento de residuos en bolsas transparentes para observar su contenido interno</p>  |
| Recolección y transporte residuos ordinarios | <p>-La municipalidad cuenta con un presupuesto anual.</p> <p>-La municipalidad cuenta con un plantel municipal propio así como una flotilla de vehículos de recolección propios.</p> <p>-El personal de recolección cuenta con experiencia en las labores</p> <p>-Como producto de este estudio ya se cuenta con indicadores de gestión de residuos.</p> | <p>-El Plan municipal de residuos está desactualizado.</p> <p>- Se observa poca supervisión de campo por falta de un vehículo asignado para supervisar las labores de recolección.</p> <p>-La municipalidad no brinda el servicio de recolección en el sector de Minas</p> <p>-Algunos indicadores están fuera del rango aceptable</p> <p>Aumento en la población y urbanismo.</p> <p>La mayoría de vehículos ha cumplido su vida útil y se incurre en altos costos por las reparaciones de las unidades antiguas.</p> <p>Altos costos por alquiler de recolectores a empresas privadas.</p> | <p>Hacer un estudio de rutas para mejorar el servicio y aumentar la cobertura.</p> <p>Reactivar el programa de vacunación al personal de recolección.</p> <p>Aplicar los indicadores OPS/OMS por lo menos cada trimestre para monitorear la eficiencia y eficacia del servicio.</p> <p>Capacitar y motivar al personal de recolección.</p> |

|                    |  |  |   |
|--------------------|--|--|---|
| Egresos e ingresos | -A pesar de los altos costos de operación y bajos egresos la municipalidad brinda los servicios de manera aceptable. | -Debido al que el censo de contribuyentes esta desactualizado no se cobra adecuadamente el servicio.<br><br>-El costo de los servicios es relativamente alto | Realizar el estudio de actualización y recalificación de tarifas basado en la ponderación según generación real.<br><br>Instaurar un plan de cobros o amnistía tributaria |
|--------------------|--|--|---|

Fuente: elaboración propia, 2017

#### 4.3.6. Diagrama Ishikawa

En el diagrama de Ishikawa se identificaron 15 causas de los 4 efectos que ocasiona la inadecuada gestión del servicio de recolección y transporte de residuos en el cantón de Alajuelita.



El Diagrama Ishikawa anterior se elabora con el objetivo de resumir la situación actual del servicio de recolección de residuos donde se puede observar que el problema principal que se pretende analizar con esta investigación es la inadecuada gestión que se da en este servicio. Se pretende la implementación del servicio de recolección selectiva como mejora continua a la gestión del servicio de recolección

En el nivel de personas se refiere a todos los involucrados en el proceso en estudio, donde se puede mencionar el desconocimiento de la recolección selectiva como tal, la falta de incentivar y fomentar la importancia de separar los residuos para su aprovechamiento no es una prioridad en este momento para los funcionarios municipales.

Para el nivel del proceso se menciona la falta de controles, datos y registros, como trámite de pagos, desactualización del censo para conocer realmente la cantidad servicios prestados de manera exacta.

Con respecto al nivel de los usuarios, la falta de caracterización de los residuos generados por los usuarios mediante al descontrol que se da a la hora de la cobertura de los residuos.

Por último, encontramos el nivel del servicio de recolección selectiva, debido a la planificación y falta de reglamentos existen incumplimientos a la ley 8839 en temas de prestación del servicio ya que es una necesidad realizarlo pero no cuentan con el equipo ni infraestructura para hacerlo.

Una mejor forma de incentivar esto es promover la separación de los residuos sólidos valorizables mediante campañas de educación y entrega a la población de bolsas transparentes para los materiales reciclables (convenios con los supermercados).

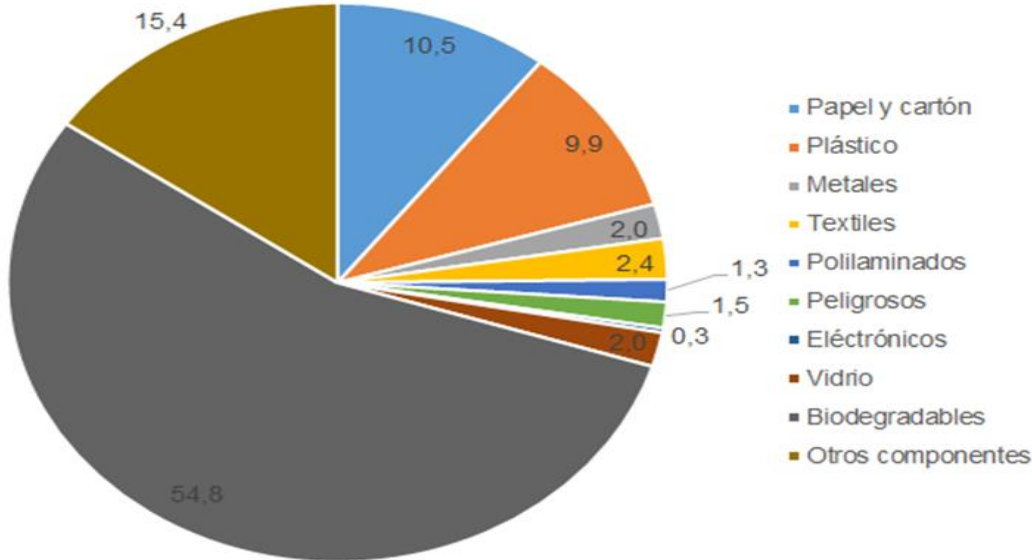
# **CAPÍTULO V. DISEÑO E IMPLEMENTACION DE LA SOLUCION**

Las propuestas que se describen a continuación nacen del diagnóstico de la situación actual que se le realizó al servicio de recolección y transporte de residuos de la Municipalidad de Alajuelita. Se desarrollan distintas alternativas de mejoras para los problemas identificados para lograr mitigar el impacto producido por las causas más significativas generadas con respecto al tema de residuos sólidos.

**5.1. Propuesta 1. Implementar el servicio de recolección selectiva**

Un indicador indispensable que se debe evaluar en el cantón es la composición física de los residuos sólidos con la finalidad de conocer con certeza el potencial de reciclaje en dicha comunidad. Debido a que la Municipalidad de Alajuelita no ha desarrollado un estudio de esta naturaleza, es factible extrapolar la información de un estudio relativamente reciente desarrollado por la Municipalidad de San José, denominado *Estudio de caracterización de residuos sólidos para el cantón de San José, UNA* realizado en diciembre 2016. En Grafico 17 se observa la Composición física porcentual de residuos sólidos residenciales en San José.

**Gráfico 17. Composición física de los residuos sólidos residenciales**



Fuente: Municipalidad de San José.

De acuerdo a los resultados se puede resumir que existe un potencial de materiales valorizables, tales como papel y cartón (10.5%), plásticos (9.9%), metales (2%), poli laminados (tetra pack) (1.3%), electrónicos (0.3%) y vidrio (2%). La suma total de los porcentajes arroja un potencial del 26%.

Este estudio de la Municipalidad de San José sirvió de parámetro de información para averiguar un precio estimado por la recuperación de materiales valorizables que generaría el cantón. En la Tabla 26 se hace una simulación de la distribución porcentual de los residuos del cantón de Alajuelita.

**Tabla 26. Composición física de residuos sólidos según su generación**

| <b>Material</b>          | <b>Porcentaje</b> | <b>Generación Diaria<br/>(Toneladas Métricas)</b> |
|--------------------------|-------------------|---|
| Metales                  | 2                 | 1.59  |
| Vidrio                   | 2                 | 1.59  |
| Poli laminados           | 1.3               | 1.03  |
| Plástico                 | 9.9               | 7.87  |
| Papel y Cartón           | 10.5              | 8.35  |
| Textiles                 | 2.4               | 1.9   |
| Electrónicos             | 0.3               | 0.24  |
| Orgánico                 | 54.80             | 43.57   |
| Peligrosos               | 1.5               | 1.19  |
| Otro                     | 15.4              | 12.24   |
| Total Recolección Diaria | 100               | 79.50   |

Fuente: elaboración propia, 2017

Según lo observado en la Tabla 26, en la simulación porcentual de la composición de los residuos del cantón de Alajuelita se puede observar que el porcentaje de mayor generación son los materiales orgánicos, ya que esto es lo más común que genera un habitante.

Pero existe un porcentaje importante de materiales valorizables como metales, vidrio, plásticos, papel y cartón, que tienen un potencial de recuperación importante.

Con el fin de observar su potencial de recuperación se confeccionó la Tabla 27 de materiales valorizables con potencial de recuperación acorde con la demanda del Cantón de Alajuelita.

**Tabla 27. Materiales valorizables con potencial de recuperación**

| <b>MATERIALES</b> | <b>Porcentaje de composición</b> | <b>Generación diaria en tm</b> | <b>Precio tm (colones)</b> | <b>TOTAL (colones)</b> |
|-------------------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------|------------------------|
| METALES           | 2                                | 1.59                           | 55.000                     | 87.450                 |
| VIDRIO            | 2                                | 1.59                           | 10.000                     | 15.900                 |
| PLÁSTICOS         | 9.9                              | 7.87                           | 10.000                     | 78.700                 |
| PAPEL Y CARTÓN    | 10.5                             | 8.35                           | 40.000                     | 334.000                |
| <b>TOTAL</b>      | <b>24.4</b>                      | <b>19.4</b>                    |                            | <b>516.050</b>         |

Fuente: elaboración propia con base en precios de la Recicladora San Miguel

Cabe mencionar que de acuerdo a los resultados anteriores se observa que del total de las toneladas recolectadas diariamente, cantidad obtenida por el indicador dos del capítulo cuatro recolección diaria (79.50 TM), se podrían recuperar 19.4 TM que representa un 24.4% del total recolectado. De acuerdo a los precios actuales esta cantidad de materiales valorizables implicaría un ingreso ₡516.050 por día.

Por otro lado los residuos sólidos valorizables no irían al relleno sanitario, por lo que habría un ahorro en la disposición final de 19.4 TM que multiplicadas por ₡36.543 que es el costo de tonelada métrica transporta y dispuesta se obtendría un ahorro de ₡708.934.

$$19.4 \text{ TM} \times \text{₡}36.543 = \text{₡}708.934$$

El dato anterior más los ingresos por la venta de materiales como se presenta a continuación,  $\text{C}\$708.934 + \text{C}\$516.050 = \text{C}\$1.224.984$ , implica un ahorro diario en disposición final por materiales valorizables.

Realizado el cálculo anterior del ahorro diario en disposición final por materiales valorizables, el resultado obtenido se multiplica por 251 que son los días hábiles del año dos mil dieciséis como se mencionó en el indicador 2,  $\text{C}\$1.224.984 \times 251 = \text{C}\$307.470.984$ , este resultado obtenido representa un ahorro anual en disposición final por materiales valorizables.

Según se muestra en la Tabla 28 se puede evidenciar el ahorro en disposición final por materiales valorizables de modo diario y anual, teniendo en cuenta que se recoja el total máximo de 19.4 TM.

**Tabla 28. Ahorro en disposición final por materiales valorizables con potencial de recuperación**

| Ahorro diario          | Ahorro Anual             |
|------------------------|--------------------------|
| $\text{C}\$ 1.224.984$ | $\text{C}\$ 307.470.984$ |

Fuente: elaboración propia, 2017

De acuerdo a lo anterior se observa que si se implementa el servicio de recolección selectiva se generaría un ingreso hipotético de  $\text{C}\$ 307.470.984$  al año, esto contemplando a que se recojan las 19.4 TM anual máximo.

Debido que la Municipalidad de Alajuelita en este momento no cuenta con la prestación de este servicio, es muy difícil que en un año puedan recuperar dichas toneladas como meta. No obstante se puede realizar una proyección optimista de recuperar 19.4 TM en cinco años.

Realizada esta proyección a cinco años, se espera recuperar para el primero un porcentaje del veinte por ciento de materiales valorizable, es decir  $19.4 \text{ TM} \times 20\% = 3.88 \text{ TM}$ , este resultado representa las toneladas métricas recuperadas.

Dado este escenario se proyecta un ahorro diario del veinte por ciento por TM recuperadas, tomando en cuenta el resultado del ahorro diario de la Tabla 27

aplicamos la siguiente formula  $\text{C}\$1.224.984 \times 20\% = \text{C}\$ 244.997$ , este resultado implica un ahorro diario por las toneladas métricas recuperadas en el primer año.

Realizado el cálculo anterior, se proyecta el ahorro anual del veinte por ciento por TM recuperadas, se toma en cuenta el ahorro anual de la Tabla 28 para realizar la siguiente operación  $\text{C}\$307.470.984 \times 20\% = \text{C}\$61.494.197$ , este resultado representa un ahorro anual por las toneladas métricas recuperadas en el primer año.

En la Tabla 29 se hace la Proyección para recolectar 19.4 TM en cinco años, donde se toma en cuenta que para el primer año se estima recoger 3.88 TM lo que es equivalente al 20% de recuperación por materiales valorizables, este porcentaje se estima que incremente por año.

**Tabla 29. Proyección de recuperación de residuos valorizables**

| <b>Año</b> | <b>Porcentaje de recuperación</b> | <b>TM recuperadas</b> | <b>Ahorro diario (colones)</b> | <b>Ahorro anual (colones)</b> | <b>Valor acumulado anual (colones)</b> |
|------------|-----------------------------------|-----------------------|--------------------------------|-------------------------------|--|
| <b>1</b>   | 20                                | 3,88                  | 244.997                        | 61.494.197                    | 61.494.197                             |
| <b>2</b>   | 40                                | 7,76                  | 489.994                        | 122.988.394                   | 184.482.590                            |
| <b>3</b>   | 60                                | 11,64                 | 734.990                        | 184.482.590                   | 368.965.181                            |
| <b>4</b>   | 80                                | 15,52                 | 979.987                        | 245.976.787                   | 614.941.968                            |
| <b>5</b>   | 100                               | 19,4                  | 1.224.984                      | 307.470.984                   | 922.412.942                            |

Fuente: elaboración propia, 2017

Como se muestra anteriormente, si se realiza la proyección a 5 años para la implementación del servicio de recolección selectiva tomando en cuenta la meta de recuperación de 3.88 TM al primer año, se espera que para el quinto año se tenga la capacidad suficiente para recolectar las 19.4 toneladas métricas máximas esperadas. Por otro lado, significa una reducción en la recolección de residuos ordinarios en un 20% por año por la no disposición final.

En vista que la Municipalidad de Alajuelita no brinda el servicio de recolección selectiva según ordena dicha ley se debe promover la realización de este servicio por parte propia de la Municipalidad campañas para promover y fomentar el servicio y la necesidad de comprar camiones que se enfoquen en la prestación del servicio recolección selectiva.

## 5.2. Propuesta 2. Compra de dos camiones para residuos valorizables

Es importante tener en cuenta que para implementar la recolección selectiva la Municipalidad debe invertir en equipo de transporte y materiales sin dejar de lado a los funcionarios que se requieren para brindar la recolección selectiva como primera opción se presenta la necesidad de comprar dos camiones para la recolección de residuos valorizables. Éstos deben cumplir con las características necesarias y puedan ser utilizados el tiempo requerido para brindar exclusivamente el servicio de recolección selectiva en el cantón.

Después de un análisis realizado en el mercado costarricense y comparando calidad, precio y características de los camiones ofrecidos, acorde con las necesidades del cantón, se efectúa la comparación de dos modelos que pueden servir para dicha labor, uno de la marca ISUZU y otro de la marca Toyota HINO.

**Tabla 30. Comparación de precio en colones de los camiones**

| Marca                | ISUZU             | HINO              |
|----------------------|-------------------|-------------------|
| Modelo               | QKR 2.5 Tm        | HC25 2.5 Tm       |
| Cabina (colones)     | 13.000.000        | 14.000.000        |
| Carrocería (colones) | 2.200.000         | 2.300.000         |
| <b>Total</b>         | <b>15.200.000</b> | <b>16.300.000</b> |

Fuente: elaboración propia, 2017

En este análisis la diferencia de precios ronda el 1.100.000 (millón cien mil colones), entre el modelo NKR de la marca Isuzu y el modelo HC25 de la marca Hino, camión que posee las mismas características deseadas de capacidad.

Una vez realizada dicha comparación se decidió convenientemente escoger los camiones de la marca Isuzu con una capacidad de 2.5 toneladas, esto debido que actualmente la Municipalidad cuenta con un camión de dichas características que lo utilizan para la recolección de residuos ordinarios, aparte los funcionarios municipales afirman su satisfacción con esa marca de camión por su amplia gama de repuestos y soporte brindado.

A continuación se detalla un aproximado de la inversión que debe realizar la Municipalidad para la adquisición de los vehículos necesarios para prestar el servicio de recolección selectiva.

➤ **Inversiones fijas**

• **Compra de camiones**



**Ilustración 13. Camión Isuzu Modelo NKR II – 55 E**

Anteriormente se mencionó la conveniencia para la Municipalidad que los vehículos serían dos camiones ISUZU serie NKR II con una capacidad de 2.5 toneladas, llanta sencilla, cajón cerrado necesario para las condiciones climáticas, con motor turbo-diésel 4JB1-TC, que ofrece tecnología de vanguardia que permite lograr un elevado rendimiento, además, de conseguir emisiones limpias y un importante ahorro de combustible.



**Ilustración 14. Motor Turbo Diésel 4JB1-TC**

Estos camiones se cotizaron debido a que se adecuan con las especificaciones deseadas para ser utilizado el tiempo requerido para prestar el servicio de recolección selectiva en el cantón.

Se cotizaron dichos camiones en la agencia Grupo Q con un valor aproximado a los ₡13.000.000 (trece millones de colones) solo el chasis, a esto se le debe sumar el cajón que ronda entre ₡1.800.000 y los ₡2.400.000 millones de colones. En la Tabla 31 se puede observar el costo por adquirir dos camiones de la marca Isuzu.

**Tabla 31. Inversión por los camiones**

|                       |                    |
|-----------------------|--------------------|
| <b>2 Isuzu NKR II</b> | 24.966.000         |
| Carrocería            | 4.446.000          |
| <b>Total</b>          | <b>₡29.412.000</b> |

Fuente: elaboración propia, 2017

Según la tabla anterior se puede observar que el valor por adquirir los camiones sería de aproximadamente ₡30.000.000 (treinta millones de colones) que sería la

inversión inicial. Esto sin tener en cuenta los gastos operativos que faltan por contemplar cómo sería la estructura del servicio a prestar.

Sin embargo se necesitan conocer algunos datos, aparte de los ingresos u ahorros mencionados anteriormente. Por ejemplo, se necesita proyectar los costos y gastos en que se incurrirá al llevar a cabo la inversión.

El Manual de estimación de costos para la gestión municipal de residuos sólidos del Programa CYMA 2016, contiene un módulo de estructura de costos que sirve de parámetro a seguir para realizar un cálculo estimado de la inversión inicial a realizar para contemplar los gastos operativos del servicio, a continuación se presentara como se realiza dicho calculo.

Para la estimación de cada propuesta, se utiliza el salario base estimado de los empleados que participan en las diferentes actividades. El salario base de un operario manual es de ₡312.106 en este caso sería Operario Municipal 1A, mientras tanto el salario base de un chofer es de ₡ 330.580 que su descripción sería Operario Municipal 1B. En la Tabla 32 se observa el costo por contratación de personal.

**Tabla 32. Costo por contratación de personal**

| Descripción del Puesto      | Salario Base (colones) | Mensual (colones) | Anual (colones) | Cargas sociales (colones) | Decimotercer mes (colones) | TOTAL                 |
|-----------------------------|------------------------|-------------------|-----------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------|
| Operario Municipal 1A       | 312.106                | 624.212           | 7.490.544       | 1.448.671                 | 624.212                    | ₡9.563.427            |
| Operario Municipal 1B       | 330.580                | 661.160           | 7.933.920       | 1.534.420                 | 661.160                    | ₡10.129.500           |
| <b>TOTAL REMUNERACIONES</b> |                        |                   |                 |                           |                            | <b>₡19.692.927,34</b> |

Fuente: elaboración propia, 2017

Según la tabla anterior, se puede observar que el costo de contratar a cuatro funcionarios para que dos ejerzan el cargo de chofer y dos más ejerzan el cargo de operario manual sería de aproximadamente ₡20.000.000 (veinte millones de colones), contemplando aguinaldos y cargos sociales como lo estipula la ley. Sin embargo, para contemplar los gastos de la propuesta de la compra de los camiones

se necesitan conocer algunos datos, aparte de los ingresos u ahorros mencionados anteriormente.

Por ejemplo, se necesita proyectar los costos y gastos en que se incurrirá al llevar a cabo la inversión que se realizan anualmente, por concepto de combustible, seguros y salarios, información que se presenta en la Tabla 33.

Además, se necesita conocer el efecto de depreciación, monto que se consigue al dividir la inversión inicial del camión, entre su vida útil, que en este caso es de 10 años.

**Tabla 33. Gastos operativos**

| <b>PERSONAL</b>  | <b>MONTO<br/>(colones)</b> |
|--|----------------------------|
| Personal directo (Dos choferes y Dos personas cuadrilla recolección) | 19.692.927                 |
| <b>SERVICIOS</b>   |                            |
| Servicios Profesionales. Consultoría para mejora del servicio        | 2.000.000                  |
| Seguros de los camiones  | 3.000.000                  |
| Mantenimiento preventivo y correctivo de los camiones                | 1.000.000                  |
| <b>MATERIALES Y SUMINISTROS</b>                                      |                            |
| Combustibles   | 3.000.000                  |
| Productos de limpieza para el camión                                 | 300.000                    |
| <b>ÚTILES, MATERIALES Y SUMINISTROS DIVERSOS</b>                     |                            |
| Uniformes para los funcionarios                                      | 1.000.000                  |
| Útiles y materiales de protección personal                           | 200.000                    |
| <b>DEPRECIACIÓN</b>  |                            |
| Depreciación de vehículos y camiones                                 | 2.941.200                  |
| <b>OTROS GASTOS</b>  |                            |
| Derechos de circulación de camiones (marchamos)                      | 1.000.000                  |
| <b>TOTAL</b>   | <b>34.134.127</b>          |

Fuente: elaboración propia, 2017

El gasto anual para la Municipalidad es de ₡34.134.127 colones, teniendo en cuenta que se contratan a cuatro personas para la puesta en marcha de la recolección.

### 5.2.1. Análisis de Rentabilidad (VAN, TIR, B/C) por los dos camiones

Se pretende recuperar dicha inversión en un plazo de 5 años mediante la recuperación de los materiales valorizables que se dejan de enviar al sitio de disposición final. Es importante realizar un análisis de rentabilidad mediante herramientas como el VAN, TIR y costo beneficio para conocer si el proyecto es rentable.

En el caso del **VAN**, los resultados se interpretan de acuerdo con lo siguiente:

$VAN > 0$ ; La inversión produciría ganancias por encima de la rentabilidad exigida.

$VAN < 0$ ; La inversión produciría ganancias por debajo de la rentabilidad exigida.

$VAN = 0$ ; La inversión no produciría ni ganancias ni pérdidas.

Mientras tanto, en el caso del **TIR**, el criterio general para saber si es conveniente realizar un proyecto es el siguiente:

$TIR > r$ . Se aceptará el proyecto. La razón es que el proyecto da una rentabilidad mayor que la rentabilidad mínima requerida (el coste de oportunidad).

$TIR \leq r$ . Se rechazará el proyecto. La razón es que el proyecto da una rentabilidad menor que la rentabilidad mínima requerida.

En este caso,  $r$  representa el costo de oportunidad, que en este caso es 10%.

Finalmente, para brindar una conclusión acerca de la viabilidad del proyecto según el análisis **costo-beneficio**, se debe tener en cuenta la comparación de la relación beneficio (B) / Costo (C), hallada en comparación con 1, así tenemos los siguientes:

$B/C > 1$  indica que los beneficios superan los costos, por consiguiente, el proyecto debe ser considerado.

B/C = 1 aquí no hay ganancias, pues los beneficios superan los costes.

B/C < 1, muestra que los costes son mayores que los beneficios, no se debe considerar.

Luego de conocer estos datos se procede a realizar el cálculo de rentabilidad de inversión por la compra del equipo necesario para la prestación del servicio de recolección. Se debe tener en cuenta que el porcentaje de prima para los vehículos nuevos solicitados es del 20 % en este caso el monto total sería de ₡23.529.600 con una prima mensual de ₡519.612, que por año sería hipotéticamente de ₡6.235.344.

A continuación en la tabla 34 se presenta el análisis de rentabilidad.

**Tabla 34. Análisis de rentabilidad VAN, TIR, B/C para los camiones**

| Tasa de Actualización: |                            | 10%              |                             |             |                                 |                                |
|------------------------|----------------------------|------------------|-----------------------------|-------------|---------------------------------|--------------------------------|
| Año (n)                | Ingreso / Ahorro (colones) | Costos (colones) | Flujo de efectivo (colones) | $1/(1+r)^n$ | Ingresos Actualizados (colones) | Egresos Actualizados (colones) |
| 0                      | 0                          | 29.412.000       | -29.412.000                 | 1,00        | 0                               | 29.412.000                     |
| 1                      | 61.494.197                 | 23.529.600       | 37.964.597                  | 0,909       | 55.903.815                      | 21.390.545                     |
| 2                      | 122.988.384                | 24.706.080       | 98.282.304                  | 0,826       | 101.643.293                     | 20.418.248                     |
| 3                      | 184.482.590                | 25.941.384       | 158.541.206                 | 0,751       | 138.604.500                     | 19.490.146                     |
| 4                      | 245.976.787                | 27.238.453       | 218.738.334                 | 0,683       | 168.005.455                     | 18.604.230                     |
| 5                      | 307.470.984                | 28.600.375       | 278.870.609                 | 0,621       | 190.915.290                     | 17.758.583                     |
| Total                  | 922.412.942                | 159.427.892      | 762.985.050                 |             | 655.072.354                     | 127.073.752                    |

|     |              |           |
|-----|--------------|-----------|
| VAN | ₡527.998.602 | Si Acepta |
| TIR | 219%         | Si Acepta |
| B/C | ₡ 5,16       | Si Acepta |

Fuente: elaboración propia, 2017

Para obtener el VAN, se utiliza una tasa del 10%, además, del flujo de efectivo. Para conseguir el TIR, solamente se recurre al flujo de efectivo, y finalmente para obtener el B/C, se utilizan el total de ingresos actualizados, entre los egresos actualizados. Luego de sacar estas tres herramientas, se interpretan los resultados en relación con lo definido anteriormente.

En la Tabla 34 se obtienen los cálculos para obtener la rentabilidad del proyecto en donde se evidencian los ingresos proyectados a cinco años, los costos operativos, los ingresos y egresos del proyecto, con esto se saca el VAN (valor actual neto) del proyecto donde si se acepta, ya que da un resultado mayor a cero, lo que significa que la inversión produciría ganancias por encima de la rentabilidad exigida

Mientras tanto la TIR (tasa interna de retorno) muestra un porcentaje mayor que el costo de oportunidad utilizado, como es el 10%, evidenciando que el proyecto se debería aceptar, debido a que generaría una rentabilidad mayor que la rentabilidad mínima requerida (el coste de oportunidad).

Finalmente, la relación beneficio / costo del modelo el B/C (el beneficio costo) nos da un resultado de ₡5.16 colones aproximadamente, donde se refleja que el proyecto es rentable. El cual al ser mayor a 1, señala que los beneficios superan los costos.

Según el análisis económico, el costo de inversión es rentable, por lo que depende de los recursos que pueda destinar la municipalidad ya que los beneficios son mayores a los costos. Se debe tener en cuenta que se recomienda a la institución a realizar las propuestas de mejora.

- **Implementación del proyecto mediante plan piloto**

Con la finalidad que la Municipalidad de Alajuelita adquiera los vehículos solicitados para la recolección selectiva se pondría en acción un plan piloto de reciclaje en Alajuelita en donde se sectorizarán las rutas de recolección selectiva de materiales valorizables de acuerdo a la zona, a las rutas y frecuencias actuales del servicio de recolección ordinario. Con horario de lunes a viernes a partir de las 6:00 a.m.

En la tabla 35 se puede observar cómo quedaría conformada la Sectorización de rutas según el plan piloto.

**Tabla 35. Plan piloto de sectorización de ruta**

| <b>DIA</b> | <b>SECTOR</b>   |
|------------|---|
| LUNES      | Centro de Alajuelita, urbanización Juan Rafael Mora, Cedes Don Bosco, Urbanización el progreso, Concepción Centro |
| MARTES     | Aurora, San Felipe, Lagunilla, Chorotega, Calle Ricos y famosos   |
| MIERCOLES  | San Josecito, Sector Colegio, CCA, Cochea   |
| JUEVES     | Alajuelita Centro, Monte Alto, Lagunilla, Corina Rodríguez  |
| VIERNES    | Calle Mangos, Geranios, La Aurora   |

Fuente: elaboración Propia, 2017

La propuesta de implementación es a corto plazo con no máximo de 3 años porque la Municipalidad tiene que contar con la estructura deseada para prestar el servicio de recolección selectiva esto como ordena la ley 8839. Para la puesta en práctica se debe concientizar a las personas para el servicio de recolección selectiva.

En estos sectores se distribuirá previamente un instructivo que llevará instrucciones del paso a paso para separar y almacenar adecuadamente en el hogar los materiales y las ventajas que esto trae. Para darle el debido seguimiento del proceso en el tiempo se realizará un procedimiento de pasos del diagrama de proceso, control de las tareas a realizar mensual-semanal y semanal-diaria y la Hoja de control de actividades diarias que se incluirá en cada camión.

### 5.3. Propuesta 3. Construcción de un Centro de recuperación de materiales

Por otro lado se puede tener en cuenta la opción de la construcción de un Centro de Recuperación de Materiales (CRM) propio por parte de la Municipalidad para la clasificación, compactación y venta de los materiales valorizables recolectados por el servicio de recolección selectiva.

#### Inversiones fijas.

- **Terreno**

El terreno utilizado será donde actualmente se encuentra el plantel municipal que cuenta con un área de 4235.47m<sup>2</sup> para construir, situado en la urbanización Chorotega. Se establece utilizar 300 m<sup>2</sup> porque el CRM debe tener una oficina administrativa, baños, comedor, sala de trabajar, máquinas y dispensadores finales.

- **Infraestructura:**

La inversión en instalaciones para el centro de recuperación de materiales se estimó mediante el Manual de Valores Base Unitarios por tipología Constructiva del Ministerio de Hacienda 2015 que está vigente aun sin ninguna modificación. Por lo tanto, la tipología BO02 es la que más se acercó a las necesidades del CRM, la cual posee la siguiente característica detallada en la Tabla 36.

**Tabla 36. Características de las instalaciones requeridas para el CRM municipal.**

| Descripción |  |
|-------------|--|
| Vida útil   | 50 años.   |
| Estructura  | Columnas y vigas de concreto armado o de perfiles metálicos.   |
| Paredes     | Bloques de concreto sisados, láminas de hierro galvanizado tipo canaleta estructural esmaltada. Altura de 6,00m a 7,00m. |
| Cubierta    | Cerchas de perfiles metálicos. Láminas onduladas de hierro galvanizado. Canoas y bajantes de hierro galvanizado.         |
| Cielos      | Sin cielos.  |

|              |   |
|--------------|---|
| Pisos        | Concreto armado con doble malla electro soldada #2, afinado.                                |
| Baños        | Un cuarto de baño normal  |
| Otros        | Portones de lámina metálica. Área de más de 300,00m <sup>2</sup> hasta 400,00m <sup>2</sup> |
| <b>VALOR</b> | <b>¢255 000 / m<sup>2</sup></b>   |

Fuente: Ministerio de Hacienda, 2017

Como se deduce de la tabla anterior, el costo por metro cuadrado de construcción es de 255 mil colones, tomando como área de construcción 300 metros cuadrados para el CRM. Esto equivale a una inversión de 76,5 millones de colones

- **Equipo y maquinaria de producción**

Es importante tener en cuenta que si se quiere operar de la mejor manera se debe tener la maquinaria necesaria para la ejecución, ya que Alajuelita carece de un centro de recuperación de materiales propio, se solicitó información al CRM Escazú Recicla en cuanto a la maquinaria utilizada con sus respectivos precios, según se describe en la Tabla 37.

**Tabla 37. Inversión en equipo y maquinaria de producción requerida para el CRM municipal**

| Materiales y equipos             | Cantidad | Costo unitario (colones) | Costo total (colones) | Vida útil |
|----------------------------------|----------|--------------------------|-----------------------|-----------|
| Carretilla hidráulica            | 1        | 1.030.482                | 1.030.482             | 10        |
| Maquina compactadora de residuos | 1        | 665.628                  | 665.628               | 10        |
| Picadora de plástico             | 1        | 1.425.371                | 1.425.371             | 15        |
| Quebradora de vidrio             | 1        | 569.524                  | 569.524               | 15        |

|                                    |   |           |           |    |
|------------------------------------|---|-----------|-----------|----|
| Montacargas electro-<br>hidráulico | 1 | 448.532   | 448.532   | 10 |
| Total                              |   | 4.139.537 | 4.139.537 |    |

Fuente: elaboración propia, 2017

Como se observa en la tabla anterior se debe realizar una inversión de ₡4.139.537 de colones en la compra de equipo y maquinaria para acondicionar el CRM.

- **Equipo de oficina**

El centro de recuperación de materiales requiere pocos equipos de oficina, esto debido a las labores que desempeñan. Entre el equipo que necesitaran se encuentra se describe en la Tabla 38:

**Tabla 38. Requerimiento de equipo de oficina**

| Nombre del Activo    | Cantidad | Vida útil (años) | Costo unitario (colones) | Valor total (colones) |
|----------------------|----------|------------------|--------------------------|-----------------------|
| Impresora            | 1        | 6                | 19.990                   | 19.990                |
| Computadora portátil | 1        | 6                | 230.300                  | 230.300               |
| Teléfono             | 1        | 6                | 14.900                   | 14.900                |
| Escritorio           | 1        | 10               | 81.727                   | 81.727                |
| Sillas plásticas     | 5        | 7                | 4.300                    | 4.300                 |
| Mesas plásticas      | 1        | 7                | 13.000                   | 13.000                |
| Total                |          |                  |                          | 364.217               |

Fuente: elaboración propia, 2017

En Tabla anterior se muestra que se debe hacer una inversión de ₡364.217 en equipo de oficina para acondicionar la oficina operativa del CRM, con el equipo

idóneo para ejercer las labores. Esta inversión pasaría a ser un gasto administrativo para la compra de activos por la municipalidad.

En relación a las necesidades de recursos financieros necesarios para la ejecución del proyecto en estudio se detallan en la Tabla 39.

**Tabla 39. Necesidades de recursos según las inversiones requeridas**

| Inversión         | Capital (colones) |
|-------------------|-------------------|
| Equipo Maquinaria | 4.139.537         |
| Infraestructura   | 76.500.000        |
| Total             | 80.639.537        |

Fuente: elaboración propia, 2017

El caso en estudio presenta una inversión de ₡80.639.537, la que se puede llevar a cabo mediante la propuesta de financiamiento por medio de alguna institución bancaria o cooperativa para la ayuda de la construcción del Centro de recuperación de materiales. Esto dado que la Municipalidad contribuiría con el aporte del terreno para el establecimiento del nuevo centro de recuperación para el cantón de Alajuelita.

Con respecto al aporte de financiamiento por medio de alguna institución bancaria o cooperativa, las instalaciones, el equipo y la maquinaria necesaria representan un desembolso total de ₡80.639.537 como se mencionó anteriormente esta inversión contempla la compra de:

- Construcción del CRM por medio de tipología constructiva BO02 del Ministerio de Hacienda.
- 1 carretilla paleta hidráulica
- 1 máquina compactadora de residuos
- 1 picadora de plástico
- 1 quebradora de vidrio
- 1 montacargas electro-hidráulico

La inversión total de esta propuesta se espera recuperar en 5 años mediante la venta de los materiales que reciba el centro de recuperación para su valorización previa. Además la municipalidad puede destinar un 10% del presupuesto del servicio de recolección para el desarrollo del servicio de recolección selectiva.

### 5.3.1. Análisis de Rentabilidad (VAN, TIR,B/C) del CRM y camiones

El costo total la implementar las propuestas planteadas es de:

**Tabla 40. Inversión total**

| Inversión         | Capital (colones) |
|-------------------|-------------------|
| Equipo Maquinaria | 4.139.537         |
| Transporte        | 29.412.000        |
| Infraestructura   | 76.500.000        |
| Total             | 110.051.537       |

Fuente: elaboración propia, 2017

La inversión inicial para este proyecto se estima en ₡110.051.537, tomando en cuenta la inversión de los camiones.

**Tabla 41. Análisis de rentabilidad VAN, TIR, B/C del CRM y camiones**

| Tasa de actualización |                            |                  | 10%                         |             |                                 |                                |
|-----------------------|----------------------------|------------------|-----------------------------|-------------|---------------------------------|--------------------------------|
| Año (n)               | Ingreso / Ahorro (colones) | Costos (colones) | Flujo de efectivo (colones) | $1/(1+r)^n$ | Ingresos actualizados (colones) | Egresos actualizados (colones) |
| 0                     | 0                          | 110.051.537      | -110.051.537                | 1,00        | 0                               | 110.051.537                    |
| 1                     | 61.494.197                 | 88.869.137       | -27.374.940                 | 0,909       | 55.903.815                      | 80.790.125                     |
| 2                     | 122.988.384                | 93.312.593       | 29.675.791                  | 0,826       | 101.643.293                     | 77.117.845                     |
| 3                     | 184.482.590                | 93.963.874       | 90.518.716                  | 0,751       | 138.604.500                     | 70.596.449                     |
| 4                     | 245.976.787                | 97.722.429       | 148.254.358                 | 0,683       | 168.005.455                     | 66.745.734                     |
| 5                     | 307.470.984                | 101.631.326      | 205.839.658                 | 0,621       | 190.915.290                     | 63.105.057                     |
| Total                 | 922.412.942                | 585.550.896      | 336.862.046                 |             | 655.072.354                     | 468.406.748                    |

|     |              |
|-----|--------------|
| VAN | ₡186.665.606 |
| TIR | 39%          |
| B/C | ₡ 1.40       |

Fuente: elaboración propia, 2017

Para brindar una conclusión acerca de la viabilidad del proyecto, se debe tener en cuenta la comparación de la relación Beneficio (B) / Costo (C), hallada en comparación con 1:

$B/C > 1$  indica que los beneficios superan los costes, por consiguiente, el proyecto debe ser considerado.

$B/C=1$  Aquí no hay ganancias, pues los beneficios son iguales a los costes.

$B/C < 1$ , muestra que los costes son mayores que los beneficios, no se debe considerar.

Anteriormente se obtienen los cálculos para la rentabilidad del proyecto en donde se evidencian los ingresos proyectados a cinco años, los costos operativos, los ingresos y egresos del proyecto, con esto se saca el VAN (valor actual neto) del

proyecto donde si se acepta la TIR (tasa interna de retorno) se obtiene en un 80%, y el B/C (beneficio costo) de 1.55 colones aproximadamente, lo que refleja que el proyecto es rentable.

Aplicando la fórmula de beneficio / costo:

$$\frac{\text{C}655.072.534}{\text{C}468.406.748} = 1.40 > 1$$

$$\text{C}468.406.748$$

Ante cualquiera de esos escenarios el beneficio que otorgan dichas propuestas es mayor que el costo. Se puede concluir que los beneficios son mayores a los costos.

Para la municipalidad de Alajuelita esta propuesta es muy viable al largo plazo ya que en estos momentos quieren consolidar la opción de implementación del servicio de recolección selectiva para el cantón.

#### **5.4. Propuesta 4. Actualización del registro de contribuyentes del servicio de recolección**

Como resultado de este estudio se determinó que una de las principales causas de la morosidad es la desactualización del censo de contribuyentes de la Municipalidad de Alajuelita. Por lo tanto una propuesta para efectuar un estudio de esta naturaleza es factible y necesaria como parte complementaria del mejoramiento del servicio de recolección. Este estudio profesional de consultoría deberá incluir los siguientes componentes.

##### **5.4.1. Análisis de base de datos existente**

El primer componente consiste en la revisión integral de la base de datos de contribuyentes del servicio municipal de recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos. Este proceso deberá realizarse en conjunto con funcionarios autorizados de la Municipalidad; basados en su conocimiento y con el aporte de la

asesoría profesional ingenieril se revise la totalidad de registros actualmente en el sistema.

#### **5.4.2. Depuración y actualización de contribuyentes**

Se entiende que actualmente la Municipalidad cuenta con un sistema de información para el registro y control del catastro o lo que se denomina bienes inmuebles. Este sistema debe tener integrado el censo de contribuyentes, censo de bienes inmuebles, censo de patentes y censo de servicios.

Con el análisis de la información anterior, se debe realizar una limpieza o depuración, que arrojará datos de los contribuyentes morosos de uno o varios periodos de cobro. Asimismo se podrán identificar contribuyentes inexistentes o que hayan fallecido para darlos de baja de manera oficial dentro del sistema.

Es común en este tipo de sistemas que haya registros de contribuyentes (personas físicas o personas jurídicas) que ya no se encuentran dentro del cantón. Esto genera inconsistencias debido a que dichos contribuyentes a pesar de que posiblemente ya no existan, aun así se les sigue generando una factura de cobro. Este cobro, a través del tiempo se va acumulando generando errores en el sistema, ya que se acumula una “deuda” inexistente. Por lo tanto aparecen muchos contribuyentes que deberían eliminarse del sistema.

#### **5.4.3. Validación y aprobación del censo actualizado**

El tercer y último componente de esta propuesta consiste en la aprobación final de la base de datos revisada y depurada por parte de funcionarios municipales. Esto constituirá el elemento fundamental para la siguiente actualización del sistema tarifario de la municipalidad.

Los beneficios de esta propuesta son múltiples, dentro de los que se podrían citar:

- Registro confiable de contribuyentes en el sistema.
- Depuración o limpieza informática que genera inconsistencia en el sistema y niveles de morosidad falsos.

- Ahorro en la generación de facturación obsoleta o inexistente.
- Mayor conocimiento de las personas físicas y jurídicas del cantón para otros efectos administrativos propios de la municipalidad.

La inversión requerida para realizar este estudio profesional es de aproximadamente 5.000.000 (cinco millones de colones).

### **5.5. Propuesta 5. Estudio para la elaboración del Reglamento municipal de gestión integral de residuos**

Durante la elaboración de esta investigación, también se determinó la necesidad de implementar de manera más eficaz el plan municipal de gestión integral de residuos o su eventual actualización. Para lograr tal fin, el cantón debe contar con un reglamento municipal. En los artículos 4 y 8 de la Ley N°8839 se estipula la potestad de las municipalidades para establecer las pautas en el tema de la gestión integral de residuos sólidos mediante un reglamento municipal.

#### Recomendaciones del caso

- Diseño de distribución de materiales para el plantel municipal para evitar que los funcionarios sufran un accidente debido a la acumulación de materiales peligrosos en áreas de constante uso del plantel.
- Dotar de calzado de seguridad cómodo que cumpla con las especificaciones adecuadas para ejercer el trabajo, como por ejemplo tenis de seguridad punta de acero.

A continuación se enumeran los componentes mínimos para su elaboración.

#### **5.5.1. Disposiciones generales**

En todo reglamento municipal primeramente se establecen ciertas generalidades como son: Objetivo, Ámbito de aplicación, Alcance y Definiciones. En este último tema se deben incluir las principales definiciones de la Ley 8839 y del Decreto

36093-S con la finalidad de no contravenir la normativa nacional vigente. Asimismo se deben incluir elementos propios del cantón de Alajuelita algunos de los que han sido fruto de la presente investigación.

### **5.5.2. Responsabilidades en la gestión integral de residuos sólidos**

En el segundo componente del reglamento se definen las competencias y responsabilidades en la gestión integral de residuos sólidos. En el mismo se debe incluir a la Municipalidad de Alajuelita y el Departamento de Gestión Ambiental, además de las obligaciones de los usuarios y gestores de residuos sólidos.

### **5.5.3. Manejo integral de los residuos sólidos en el cantón**

El tercer componente se debe referir a aspectos específicos como: frecuencias y sectores de recolección, condiciones requeridas para la separación de materiales reciclables y otros temas atinentes de tal forma que los usuarios comprendan la necesidad de su cumplimiento eficaz acorde con el espíritu de la Ley 8839.

Una vez realizadas las observaciones en el capítulo IV se pueden realizar las siguientes recomendaciones del caso notar la mala práctica de la recolección de residuos ordinarios, como violentar la ley de tránsito:

- Realizar un estudio de rutas para verificar y controlar los métodos de recolección, esto para verificar que no se infrinja la ley de tránsito como pasa actualmente, llevar controles adecuados para la verificación del cumplimiento de las obligaciones, mediante cronogramas de control de actividades.
- Concientizar a la población a la recolección selectiva mediante campañas informativas en donde se les indique los horarios y el método de recolección utilizado.
- Verificación de controles estadísticos de las cantidades de residuos recolectados y dispuestos en el sitio de disposición final, esto para que exista una visión clara de las tendencias del crecimiento de residuos que se ha

originado en los últimos años, lo que ha implicado altos costos de operación en los últimos años.

#### **5.5.4. Escala tarifaria por los servicios de residuos sólidos**

En el último componente que debe incluirse en el reglamento se estipulan las obligaciones económicas de los usuarios de los servicios de residuos sólidos. Cabe señalar que esta parte deberá modificarse según en la escala tarifaria que haya aprobado la Municipalidad. Es importante señalar que esto tendrá relación directa con la eventual actualización del censo de contribuyentes. Asimismo se deberá cumplir con la Ley 8839 en cuanto al número de categorías existentes, que deberán incluir la separación de materiales valorizables.

Los beneficios de esta propuesta son múltiples, dentro de que se podrían citar:

- Mayor claridad en cuanto a las responsabilidades de cada uno de los sectores presentes en el cantón.
- Conjunto de sanciones y prohibiciones debidamente estipuladas.
- Información sobre los servicios que brinda la municipalidad: rutas establecidas, datos específicos de presentación de residuos.

La inversión requerida para realizar este estudio profesional es de aproximadamente 3.000.000 (tres millones de colones).

## 5.6. Cuadro de resumen de las propuestas

A continuación se resumen las ventajas de cada propuesta del servicio de recolección. En la Tabla 42 se desglosa este resumen de resultados de indicadores.

**Tabla 42. Resumen de las ventajas de cada propuesta**

|                    |  | <b>Ventajas</b>  | <b>Costos de implementación</b>   | <b>Ahorros</b>  | <b>Plazo de implementación</b>   |
|--------------------|--|--|---|---|--|
| <b>Propuesta 1</b> | Implementación servicio de recolección selectiva | <p>Disminuye la cantidad de residuos destinados a los rellenos sanitarios.</p> <p>Estimula la participación de la comunidad en la solución de problemas.</p> <p>Reduce la contaminación del ambiente y genera empleos.</p> | <p>Compra de los camiones para brindar el servicio de recolección selectiva.</p> <p>Gasto en mantenimiento vehicular y combustible para el servicio de recolección selectiva.</p> | <p>Ahorro por disposición final de los residuos de</p> <p>Se obtendrán ingresos proyectados por la venta de materiales reciclables.</p>                 | <p>Implementación a un corto plazo de 2 años.</p> <p>Implementación mediante campañas de reciclaje para la comunidad</p> |
| <b>Propuesta 2</b> | Compra camiones para residuos valorizables       | <p>Reducción del volumen de residuos ordinarios dispuestos en el relleno sanitario.</p> <p>Fortalece el programa de residuos valorizables.</p>   | <p>₡30.000.000<br/>(treinta millones de colones)</p>  | <p>Se obtendrán ingresos proyectados por la venta de materiales valorizables.</p> <p>Mediante estos ingresos se costeara la compra de los camiones.</p> | <p>Implementación a un corto plazo de 2 años.</p>  |

|                    |   |  |  |   |  |
|--------------------|---|--|--|---|--|
| <b>Propuesta 3</b> | Construcción de un Centro de recuperación de materiales               | <p>Amplia el desarrollo económico con la generación de nuevos empleos.</p> <p>Reducción en el impacto ambiental durante la producción de nuevas materias primas.</p>   | <p>₡ 81.000.000</p> <p>(Ochenta y un millón de colones).</p> | Se obtendrán ingresos proyectados por la venta de materiales reciclables.   | <p>Implementación a mediano plazo de 5 años.</p> <p>Se toma en cuenta que la municipalidad en este momento está estudiando la propuesta de la construcción del CRM</p> |
| <b>Propuesta 4</b> | Actualización del registro contribuyentes del servicio de recolección | <p>Registro confiable de contribuyentes en el sistema.</p> <p>Mayor conocimiento de las personas físicas y jurídicas del cantón para otros efectos administrativos propios de la municipalidad.</p>  | <p>₡ 5.000.000</p> <p>(cinco millones de colones).</p>       | Ahorro en la generación de facturación obsoleta o inexistente.              | Implementación a un corto plazo de 1 años  |
| <b>Propuesta 5</b> | Elaboración del reglamento municipal de gestión integral de residuos  | <p>Mayor claridad en cuanto a las responsabilidades de cada uno de los sectores presentes en el cantón.</p> <p>Información sobre los servicios que brinda la municipalidad: rutas establecidas, datos específicos de presentación de residuos.</p> | <p>₡ 3.000.000</p> <p>(tres millones de colones).</p>        | Ahorro en el conjunto de sanciones y prohibiciones debidamente estipuladas. | Implementación a un corto plazo de 1 año   |

Fuente: elaboración propia, 2017

# **CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **6.1. Conclusiones**

En el análisis de resultados obtenidos a partir del trabajo de campo realizado, así como de la información adquirida y analizada durante el desarrollo de la presente investigación, se puede conocer y comprender de mejor manera la situación que atraviesa la Municipalidad de Alajuelita en cuanto al tema de gestión integral de residuos.

En la actualidad en el cantón de Alajuelita no existe el servicio de recolección de residuos valorizables, que debería ser brindado por el gobierno local de dicho cantón. Inclusive, en este gobierno local no se cuenta con maquinaria, equipo, recursos presupuestarios, centro de acopio ni siquiera el recurso humano requerido para la prestación del servicio.

Se logró encontrar las variables que afectan la gestión integral de residuos sólidos en el cantón de Alajuelita: censos discontinuados, descuido del personal, falta de indicadores de gestión integral de residuos sólidos, falta de control, falta de supervisión y falta de procedimientos. Tampoco existe un reglamento que regule la gestión integral de residuos.

Se corroboró en el presupuesto de la Municipalidad de Alajuelita para el año 2016, que un tercio se destine en este servicio, lo que perjudica otras actividades municipales para la recolección de residuos.

Los residuos que se recolectan son depositados todos en un relleno sanitario destinado por la Municipalidad sin recibir ninguna separación adecuada.

Junto con el punto anterior, se tiene que solamente han existido esfuerzos aislados por parte de algunas organizaciones sociales interesadas en la gestión ambiental para incentivar la correcta separación de residuos. En este sentido se puede decir que no existen prácticas adoptadas por parte de la municipalidad para el adecuado tratamiento de los residuos valorizables.

En la actualidad el gobierno local presta el servicio de recolección de residuos ordinarios de forma normal y continua, pero a la fecha no se cuenta con reglamentación específica que aborde el tema de gestión integral de residuos.

La Municipalidad no cuenta con alianzas estratégicas entre el gobierno local y otros actores (públicos, privados y de sociedad civil) que actúen en pro de la gestión ambiental en el cantón, sino que solamente se han observado esfuerzos aislados que no han tenido continuidad.

A pesar de lo anterior, es digno rescatar el interés evidenciado por parte de la figura del Alcalde Municipal de Alajuelita en lo que respecta a la gestión ambiental.

De acuerdo con los puntos antes vistos, se tiene que en el Concejo Municipal no se tienen las condiciones propicias para implementar el Plan Municipal de Gestión Integral de Residuos, que fue aprobado. En la Tabla 43 se observan los objetivos del proyecto y verificación de cumplimiento.

**Tabla 43. Verificación de cumplimientos de objetivos**

|                              | <b>Objetivos del proyecto</b>  | <b>Verificación del cumplimiento</b>   |
|------------------------------|--|--|
| <b>OBJETIVO ESPECIFICO 1</b> | Determinar la situación actual del servicio de recolección y transporte de residuos sólidos para el cantón de Alajuelita.                | Con la ayuda de los indicadores de gestión se determinó la situación actual de los índices de recolección en el Cantón de Alajuelita , los márgenes de cobertura esperados y las cantidades de toneladas métricas depositadas en todo el año 2016 y así como conocer la línea base del servicio de recolección ordinaria   |
| <b>OBJETIVO ESPECIFICO 2</b> | Proponer un plan de acción que permita la optimización del proceso de recolección y transporte de residuos para el cantón de Alajuelita. | Se enfocan las propuestas de mejora para el servicio de recolección, según el sondeo de opinión dirigida realizada a los sectores de la población representativos.<br><br>Se exponen las alternativas de reciclaje e implementación del servicio de recolección de residuos valorizable en el cantón de Alajuelita.<br><br>Se determinó un plan de acción detallado para dar prioridad principal al orden de propuestas que con lleven a la implementación del servicio de recolección de residuos mediante a la elaboración del plan municipal de residuos sólidos. |
| <b>OBJETIVO ESPECIFICO 3</b> | Evaluar el costo beneficio de la propuesta en la recolección y transporte de residuos.   | Se determinó los costos y beneficio de implementar el servicio de recolección de residuos valorizables mediante la compra de camiones y la construcción de un centro de recuperación de materiales   |

Fuente: elaboración propia, 2017

## **6.2. Recomendaciones**

Los hallazgos relevantes apuntan a que tanto la Municipalidad de Alajuelita así como la comunidad deben realizar esfuerzos para cumplir con las obligaciones de la normativa nacional y los compromisos adquiridos en el gobierno local con la gestión integral de residuos y garantizar el compromiso constitucional de un “ambiente sano y ecológicamente equilibrado”.

Se recomienda promover la separación de los residuos sólidos valorizables mediante campañas de educación y entrega a la población de bolsas transparentes para los materiales reciclables (convenios con los supermercados).

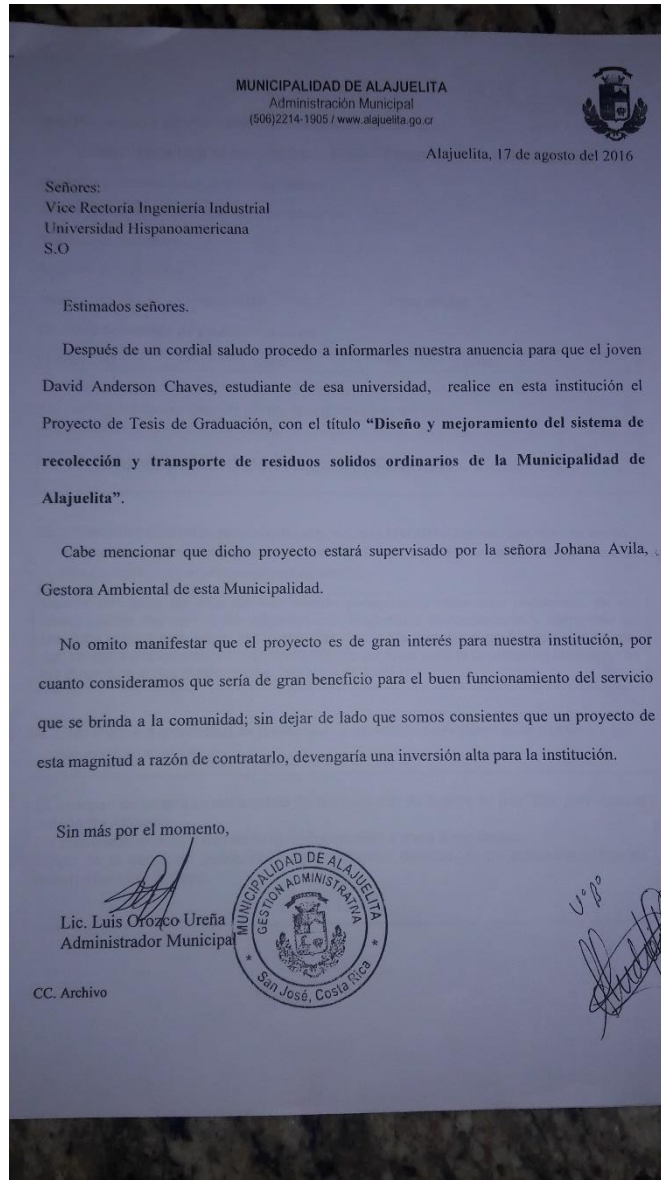
Ante el vacío dejado por la carencia del servicio público en el Cantón la necesidad de recolección de residuos valorizables es cubierta de manera parcial por medio de un privado en este caso una campaña, no obstante, esto se hace en los primeros días de los meses y no corresponde con lo que indica la ley.

Finalmente, un aspecto relevante se centra en el hecho de haber observado que en el cantón el apoyo de los diferentes integrantes del Concejo Municipal a la gestión integral de residuos sólidos no fue visible. La observación es remarcable dado que es el Concejo el actor político más relevante para tomar decisiones que permitan realizar una adecuada gestión de residuos sólidos como por ejemplo destinar recursos presupuestarios a ello, aprobar el reglamento requerido, fijar políticas o prioridades en torno al tema, aprobar recurso humano, fortalecer la capacidad organizativa, entre otros

# ANEXOS

## Anexo 1.

### Carta de autorización de la Municipalidad de Alajuelita para la realización del proyecto.



## Anexo 2.

### Bitácora para la aplicación de la técnica del cuestionario ejecutada en la municipalidad de Alajuelita y realizada en diciembre del 2016.

| Bitácora de Entrevista                                  |   |
|---|---|
| Lugar:  | Municipalidad de Alajuelita   |
| Fecha:  | 07/12/2016.   |
| Objetivo:   | Conocer las actividades y operaciones del servicio de recolección y transporte de residuos sólidos.   |
| Preguntas / Respuestas                                  | <p>Se sostuvo una reunión en donde se abordaron temas específicos acerca del servicio que brinda la municipalidad de recolección y transporte de residuos sólidos, los costos en que incurre la municipalidad para brindar el servicio de manera normal.</p> <p>- Tarifas que cobran a los contribuyentes para la prestación del mismo.</p> <p>- Se preguntó si poseen alguna otra documentación o proyectos relacionados con el tema y no cuentan con un Plan Gestión Municipal actualizado.</p> <p>- Se obtuvo información sobre la situación actual de los residuos y su transporte para su análisis, el número de usuarios.</p> |
| Nombre de participantes:                                |   |
| <p>gestora Ambiental</p> <p>Administrador Municipal</p> | <p>- Daphanna Bola</p> <p>- Luis Urzúa.</p>   |



### Anexo 3.

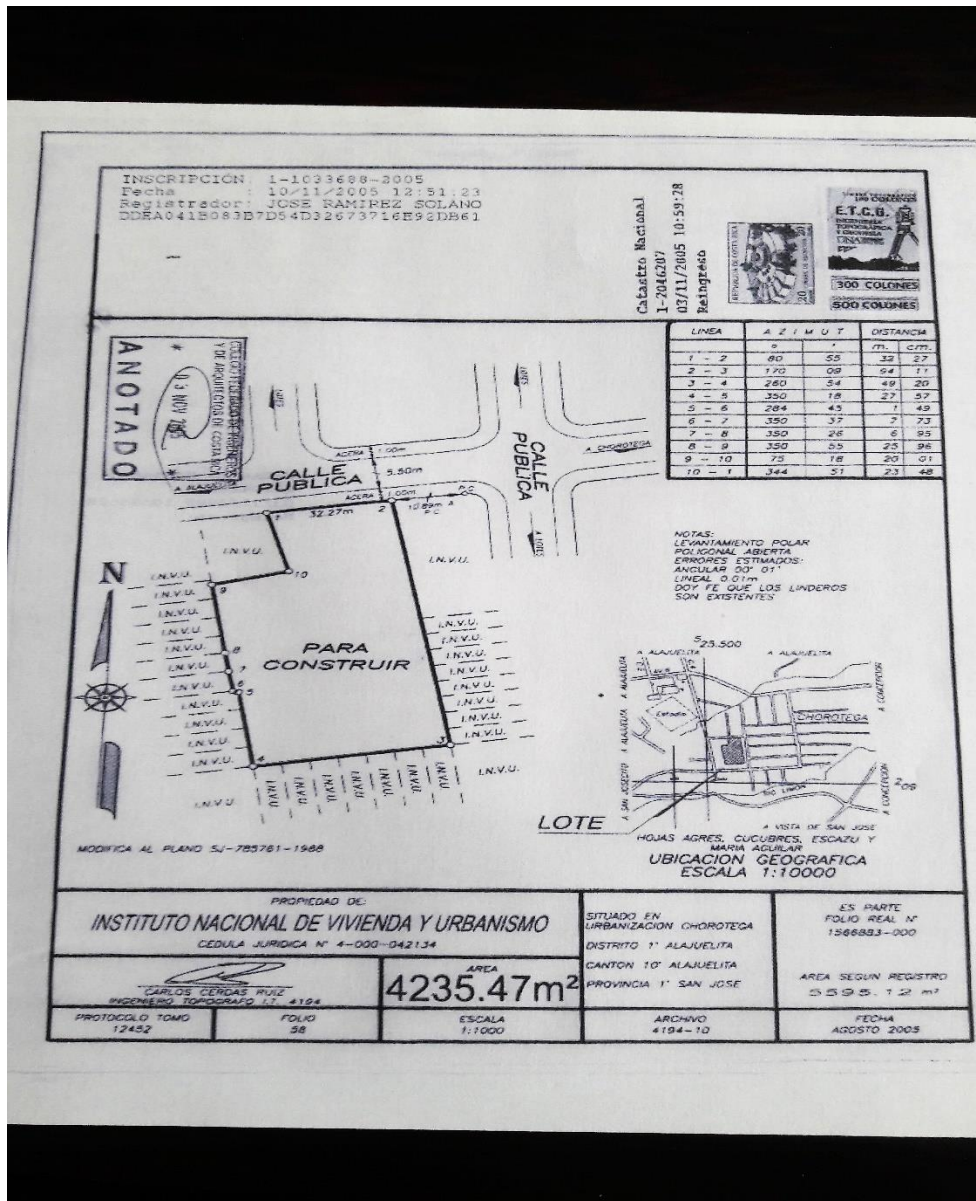
## Bitácora para la aplicación de la técnica de entrevista ejecutada en febrero del 2017.

| Bitácora                             |   |        |            |
|--------------------------------------|---|--------|------------|
| Lugar:                               | Plantel Municipal   | Fecha: | 12/01/2017 |
| Objetivo:                            | Visita asuperiorada para conocer la organización y el proceso de recolección y transporte   |        |            |
| Observaciones:                       | <p>Instalaciones: No cuentan con un plantel adecuado para la realización de las actividades diarias, esto por motivo que cuentan con una laguna pequeña para guardar sus instrumentos e instrumentos de trabajo.</p> <p>No cuentan con un lugar específico para guardar documentación.</p> <p>Poco espacio para tramitar y sin salidas de emergencia.</p> <p>La maquinaria que se utiliza en este caso los recolectores ya cumplieron con su vida útil no cuentan con mantenimiento preventivo lo que ocasiona constantes fallas de las unidades.</p> <p>Cuentan con una unidad fuera de servicio porque el café compactador se quebró y el arreglo es cuantioso, en el mismo plantel se encuentran residuos sólidos amontonados sin recoger como, plásticos, papeles, aceites etc.</p> <p>Se presentan atrasos de entrega en cuanto al proceso realizado por las fallas de las unidades.</p> |        |            |
| Nombre de participantes:             |   |        |            |
| Encargada de recolección de residuos | Esteban Salas Oraya.  |        |            |



## Anexo 4.

Plano catastrado donde se encuentra actualmente el Plantel Municipal.



## ANEXO 5.

### Lista de consultados en el sondeo de opinión

| Nombre            | Apellidos             | Representante,<br>Empresa, Institución      | Teléfono    | Correo Electrónico                  |
|-------------------|-----------------------|---|-------------|-------------------------------------|
| Aarón             | Fernández             | (en blanco)                                 | (en blanco) | aaronfdeza92@gmail.com              |
| Aldin             | Castillo<br>Hernández | Barrio Chiribico                            | 2275-7442   | aldinarnoldo30@gmail.com            |
| Alejandra         | Calvo G               | (en blanco)                                 | (en blanco) | (en blanco)                         |
| Alejandra         | Miranda<br>Cordero    | Soda M y R                                  | (en blanco) | a.miranda@live.com.ar               |
| Alexis            | Chinchilla            | Abastecedor La Esquina<br>- Lagunilla       | (en blanco) | (en blanco)                         |
| Andrea            | Carrillo<br>González  | Mini Súper EL Flow                          | 2275-5897   | (en blanco)                         |
| Arturo            | Mora Bártéz           | Asociación de Desarrollo<br>Barrio Lámparas | 8389-0609   | rutalaflorita@gmail.com             |
| Byron             | Sandoval              | (en blanco)                                 | (en blanco) | byron123@gmail.com                  |
| Carlos Luis       | Meléndez<br>Guido     | Planta Potalizadora El<br>Llano (AyA)       | 2214-1846   | carlosluismelendezguido@hotmail.com |
| Carmen            | Vargas                | (en blanco)                                 | (en blanco) | (en blanco)                         |
| Christian         | Carvajal<br>Narváez   | (en blanco)                                 | (en blanco) | (en blanco)                         |
| Daniel            | Calderón              | (en blanco)                                 | (en blanco) | drcalderonc@gmail.com               |
| Eddie             | Chamorro<br>Sandi     | Fundación Keme                              | 8332-0108   | eddiechamo@hotmail.com              |
| Eduardo           | Guerrero              | (en blanco)                                 | (en blanco) | (en blanco)                         |
| Edwin             | Osorio                | Concenet                                    | (en blanco) | (en blanco)                         |
| Elena             | Salazar<br>Cordero    | Abastecedor La Violeta                      | 8886-4431   | (en blanco)                         |
| Enrique           | Galindo               | Ferconce del Sur S.A                        | 2275-2121   | (en blanco)                         |
| Fabio             | Sandi<br>Salazar      | Ex Funcionario<br>Municipal                 | 7161-0712   | (en blanco)                         |
| Aylin             | Barahona              | (en blanco)                                 | (en blanco) | ailyncita16@hotmail.com             |
| Guillermo         | Navas Meza            | Monte alto                                  | 6148-4874   | (en blanco)                         |
| Fernanda          | Muñoz                 | (en blanco)                                 | (en blanco) | fer30-1990@hotmail.com              |
| Jenely            | Cordero<br>Madrigal   | (en blanco)                                 | (en blanco) | jenetcm@hotmail.com                 |
| Jonathan          | Agüero                | (en blanco)                                 | (en blanco) | (en blanco)                         |
| José<br>Alexander | Reyes<br>Gómez        | Asociación de Desarrollo<br>Barrio Lámparas | 8814-3663   | (en blanco)                         |
| Karina            | Molina                | (en blanco)                                 | (en blanco) | karinamjdank@gmail.com              |

|          |                 |                                     |                      |                                      |
|----------|-----------------|-------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|
| Ligia    | Saborío Soto    | Área de Salud de Alajuelita         | 2254-6421            | (en blanco)                          |
| Andrea   | Quesada         | (en blanco)                         | (en blanco)          | a.quesada2375@hotmail.com            |
| Marco    | Segura Mora     | Cedes Don Bosco                     | 2275-0031<br>Ext 167 | msegura@cedesdonbosco.ed.cr          |
| María    | González        | Barrio Las Minas                    | 2230-7472            | (en blanco)                          |
| Marjoury | Rojas           | Abastecedor Jordy                   | 2252-4298            | (en blanco)                          |
| Marco    | Ramírez         | (en blanco)                         | (en blanco)          | markoramirez11@hotmail.com           |
| Martha   | Cárdenas        | Hogar                               | 2275-3873            | (en blanco)                          |
| Marvin   | Ramírez López   | Calle La Amistad                    | 8816-0070            | golosinastipicas@gmail.com           |
| Marvin   | Treminio        | Panadería M                         | 8604-0243            | (en blanco)                          |
| Marxi    | García          | (en blanco)                         | (en blanco)          | marxiana2010@hotmail.com             |
| Mauren   | Montiel         | (en blanco)                         | (en blanco)          | (en blanco)                          |
| Mauricio | Fallas Castro   | Pulpería los Angeles                | 7277-8125            | (en blanco)                          |
| Mauricio | Gómez           | Hogar                               | 8843-2419            | mauriciog@gmail.com                  |
| Noemy    | Castellano      | C.S.U - SRL (Palisa)                | 2275-6100            | noemy.castellano@walmart.com         |
| Omar     | Quintanilla     | (en blanco)                         | 2275-6006            | vetafarma@gmail.com                  |
| Oscar    | Fonseca         | Fotocopiadora Tatiana               | 7024-8261            | (en blanco)                          |
| Pablo    | Moya Madrigal   | (en blanco)                         | (en blanco)          | deviljocker@hotmail.com              |
| Pablo    | Fallas          | Pulpería La Mía - Barrio Miravalles | 2254 - 2546          | (en blanco)                          |
| Patricia | Rojas           | (en blanco)                         | (en blanco)          | patrirojaschava@gmail.com            |
| Paulino  | Dávila Martínez | Consejo Municipal                   | 8330-3157            | (en blanco)                          |
| Rodrigo  | Jiménez         | (en blanco)                         | (en blanco)          | rodrijime24@hotmail.com              |
| Sandra   | Cordero         | Escuela Carmen Lyra                 | 2275-6967            | esc.carmenlyradealajuelita@mep.go.cr |
| Sandra   | Marín           | (en blanco)                         | (en blanco)          | smarin18@hotmail.es                  |
| Sergio   | Gutiérrez Arce  | (en blanco)                         | (en blanco)          | (en blanco)                          |
| Silvia   | Chaves Arguedas | Garnier Arquitectos                 | 886-1016             | chavsy@hotmail.com                   |
| Víctor   | Rojas Marín     | Cooprovisa                          | 8993-0316            | victorrojascolupoa@gmail.com         |
| Vinicio  | Valverde Vega   | Escuela El Llano                    | 2254-4471            | marga_mga@hotmail.com                |
| Viviana  | Guerrero        | (en blanco)                         | (en blanco)          | (en blanco)                          |
| Wendy    | Romero          | Barrio Las Vegas                    | 8905-1444            | (en blanco)                          |
| Suzanne  | Gutiérrez       | Hogar                               | (en blanco)          | (en blanco)                          |
| Marvin   | Loria           | Hogar                               | (en blanco)          | (en blanco)                          |
| Cristian | Blanco          | Hogar                               | (en blanco)          | (en blanco)                          |
| Melanny  | Torruño         | Hogar                               | (en blanco)          | (en blanco)                          |
| Hanzel   | Quesada         | TLA Logística                       | (en blanco)          | (en blanco)                          |
| Edson    | Marín           | Banco Nacional                      | (en blanco)          | (en blanco)                          |

|           |          |                         |             |             |
|-----------|----------|-------------------------|-------------|-------------|
| Hazel     | Viquez   | Súper el Manantial      | (en blanco) | (en blanco) |
| Bryan     | Jiménez  | Abastecedor pradera     | (en blanco) | (en blanco) |
| Rudy      | Gonzales | Hogar                   | 2252-4330   | (en blanco) |
| Gerald    | Arrieta  | Representante Municipal | (en blanco) | (en blanco) |
| Marco     | Sandoval | San Felipe              | (en blanco) | (en blanco) |
| Rubén     | Gonzales | Cruz Roja               | (en blanco) | (en blanco) |
| Magdalena | Quirós   | I.N.S                   | 2252-2907   | (en blanco) |
| Blanca    | Gómez    | Hogar                   | (en blanco) | (en blanco) |
| Víctor    | Madrigal | Hogar                   | (en blanco) | (en blanco) |
| Roberto   | Ruiz     | Mega Súper              | (en blanco) | (en blanco) |
| Jewisson  | Bennett  | Representante Municipal | (en blanco) | (en blanco) |

## Anexo 6.

### Instalaciones del Plantel Municipal



## Anexo 7.

### Unidad recolectora de residuos ordinarios de la Municipalidad de Alajuelita



## Anexo 8.

**Unidad recolectora de residuos ordinarios fuera de funcionamiento debido a daño hidráulico.**



**Anexo 9.**

**Empresa ADAGSA encargada del alquiler de unidades recolectoras**



## Anexo 10.

### Fotografías tomadas en el proceso de recolección de residuos ordinarios



## Anexo 11.

**Trabajador manual que se encarga de acumular en grupos los residuos para agilizar la recolección**



## Anexo 12.

### Forma de almacenar los residuos ordinarios



### Anexo 13.

#### Forma de separar residuos valorizables de algunos pobladores de Alajuelita



## Anexo 14.

### Fotografías tomadas a la unidad recolectora de la empresa ADAGSA



## Anexo 15.

### Fotografías tomadas al sondeo de opinión dirigido, Marzo 2017.

SONDEO DE OPINIÓN DIRIGIDO SOBRE EL SERVICIO DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS

Nombre del encuestado Vlctor Rojas Marín  
Representante de Municipalidad, empresa, institución, centro educativo, ONG-  
Cooperativa SA  
Teléfono 099430316, correo electrónico vitorrojascolupo@equa

1. ¿Cuál es su distrito de residencia?

A) Alajuelita Centro  
B) Concepción  
 C) San Josecito  
D) San Felipe (Aurora, Verbena, Tejarillos)  
E) San Antonio (El Llano)

2. Su edad está en rango de:

A) 18 – 25  
B) 26 – 40  
C) 41 – 55  
 D) 56 +

3. ¿Recibe el servicio de recolección de residuos?

A) Si  
B) No

4. ¿Cómo almacena temporalmente los residuos?

A) Bolsas de colores  
B) Estaiones  
C) Cajas  
D) Otro \_\_\_\_\_

5. Separan los residuos reciclables en sus hogares.

A) Si, Cuales, Cartón  papel  plásticos  metales  vidrio   
B) No

6. ¿Cuántas veces por semana se da el servicio de recolección en su comunidad?

A) 1 vez  
 B) 2 veces  
C) Ninguna

7. Sabe usted dónde son transportados los residuos recolectados producidos por el cantón de Alajuelita

A) Centro de recuperación  
B) Planta de tratamiento  
 C) Relleno sanitarios

8. En general, ¿cómo califica el servicio de recolección en el cantón?

A) Bueno  
 B) Regular  
C) Malo

9. Conoce algún centro de recuperación de reciclaje en Alajuelita.

A) Si, indique cual \_\_\_\_\_  
 B) No

10. Sabe usted que desde el año 2010 la ley 8839, (Ley de gestión integral de residuos), obliga al generador a separar los residuos.

A) Si  
B) No

11. Participaría en un programa de separación de residuos para aprovechar los materiales reciclables.

A) Si  
 B) No

12. Favor escribir alguna sugerencia o comentario para mejorar el servicio de recolección

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Gracias por su colaboración para nuestro querido cantón Alajuelita

# **BIBLIOGRAFÍA**

Camisón C.; Cruz S. y González T. (2006). Gestión de la calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas. España: Editorial Pearson.

Fontaine. H. (2008) Evaluación social de proyectos. Decimotercera edición. México. Editorial Pearson

Galindo, J. Técnicas en Investigación, en Sociedad, Cultura y Comunicación. México: Pearson Educación

Gómez M. (2003). Elementos de estadística descriptiva. San José, C.R.: EUNED.

Gutiérrez, H. (2013). Control estadísticos de calidad y seis sigma. México: Editorial McGraw Hill.

Kume H. (2002). Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad. Bogotá: Editorial Norma

Hamdy A.Taha (2004). Investigación de operaciones 7ª edición. Mexico. Pearson Educación

Hernández. (2010). Metodología de la investigación. México. Editorial Mc Graw Hill

Humberto Gutiérrez Pulido, R. D. (2009). Control Estadístico de Calidad y seis Sigma. México. Mc Graw Hill.

Niebel, B y Freivalds A. (2009). Métodos estándares y diseño del trabajo. México: editorial McGraw-Hill L/Interamericana.

Pulido, H. G. (2010). Calidad Total y Productividad. México: Mc Graw Hill.

Schroeder. R. (2011) Administración de operaciones: conceptos y casos contemporáneos. Segunda edición. México. Editorial Mc Graw Hill

Soret. I. (2006) Logística y marketing para la distribución comercial. Madrid. Esiceditorial

UNA (2016) Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos para el cantón de San José,

## Web

Bersbach, P. The first step of DMAIC. (30 de setiembre de 2015). Obtenido de Define:<http://www.sixsigmatrainingconsulting.com/uncategorized/the-first-stepdmaic-%E2%80%93-define>.

Pérez, E. y García M. Implementación de la metodología DMAIC Seis Sigma en el envasado de licores en Fanal. (29 de enero de 2014).  
file:///C:/Users/CROLSWIMMING  
HP/Downloads/DialnetImplementacionDeLaMetodologiaDMAICSeisSigmaEnEIEnv  
- de 2014). 4896365. pdf

Vargas, C. Lean manufacturing – 6 sigma – mejora continua. (24 de setiembre de 2015). Obtenido de Metrología y medición: <http://www.revistacertificacion.cl/lean-manufacturing-6-sigma-mejoracontinua>.

Evaluación Regional de los Servicios de Manejo de Residuos Sólidos Municipales:  
<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd65/costarica.pdf>

República, C. G. (2015). Google. Recuperado el 2016, de <https://www.cgr.go.cr/04-documentos/publicaciones/informe-opinion-gob-loc.html>

Situación de la gestión de RESIDUOS SÓLIDOS en América Latina y el Caribe:

[https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/7177/Situacion\\_de\\_la\\_gestion\\_de\\_residuos\\_solidos\\_en\\_America\\_Latina\\_y\\_el\\_Caribe.pdf?sequence=1](https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/7177/Situacion_de_la_gestion_de_residuos_solidos_en_America_Latina_y_el_Caribe.pdf?sequence=1)

Informe de la Evaluación Regional del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en América Latina y el Caribe.

<https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/3286/Informe%20de%20la%20Evaluaci%C3%B3n%20Regional%20del%20Manejo%20de%20Residuos%20S%C3%B3lidos%20Urbanos%20en%20Am%C3%A9rica%20Latina%20y%20el%20Caribe%202010.pdf?sequence=2>

Programa CYMA, competitividad y medio ambiente, San José Costa Rica. (Google)  
[http://www.cegesti.org/manuales/download\\_costos\\_gestion\\_municipal/manual\\_costos\\_gestion%2](http://www.cegesti.org/manuales/download_costos_gestion_municipal/manual_costos_gestion%2)

### **Otras fuentes**

Resultados Generales/Instituto Nacional de Estadística y Censos, 1 Ed, San José, C.R.: INEC; 2011.

Ley N° 8839 – Ley para la Gestión Integral de Residuos LA GACETA N° 135 - 13 de julio del 2010

Contraloría General de la Republica

Ministerio de Salud

Municipalidad de Alajuelita

Municipalidad de San José

La Organización Panamericana de la Salud (OPS)

Agencia Grupo Q, Uruca