

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
ESCUELA DE QUÍMICA  
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Proyecto Final de Graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Ambiental

**“Cuantificación y caracterización de los Residuos Sólidos municipales, para diseñar un centro de recuperación de Residuos Sólidos, en la comunidad de Orosi, Paraíso, Cartago, Costa Rica”**

Silvia Elena Granados Álvarez

CARTAGO, Diciembre, 2014

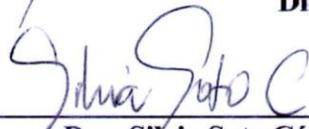


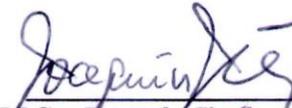
**“Cuantificación y caracterización de los RS municipales, para realizar un diseño de un centro de recuperación de RS, en la comunidad de Orosi”**

Informe presentado a la Escuela de Química del Instituto Tecnológico de Costa Rica como requisito parcial para optar por el título de Ingeniero Ambiental con el grado de licenciatura

**Miembros del tribunal**

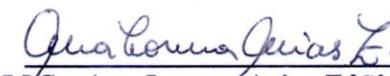
  
Ing. Lilliana Gaviria Montoya  
Director

  
Dra. Silvia Soto Córdoba  
Lector 1

  
M.Sc. Joaquín Jiménez Antillón  
Lector 2

  
Dr. Luis G. Romero  
Coordinador COTRAFIG

  
Dra. Floría Roa Gutiérrez  
Directora Escuela de Química

  
M.Sc. Ana Lorena Arias Zúñiga  
Coordinadora Carrera de Ingeniería Ambiental

## **DEDICATORIA**

Concluir mi trabajo final de graduación representa más que haber finalizado mis estudios universitarios, constituye el terminar con una etapa de mi vida que encierra una serie de sacrificios, trabajo, tiempo y esfuerzo, no solo de mi parte, sino también de las personas más importantes en mi vida.

Por esta razón, dedico este triunfo a mi familia, que me ha acompañado, guiado y brindado fortaleza a lo largo de mi vida en los momentos buenos y malos. Pero principalmente lo dedico a mis Padres, Auxiliadora y Róger, por darme una vida llena de amor, cariño, aprendizajes, experiencias, valores y sobre todo un excelente ejemplo a seguir. También se la dedico a mi hermano Héctor por estar siempre a mi lado, por el apoyo, la compañía, el ejemplo como profesional y ser humano y por ser incondicional al saber que puedo contar siempre con él. A Iván que desde que llego a mi vida ha sido una fuente de motivación, y me ha llenado de amor, paciencia, comprensión y apoyo en todo momento.

Por último, y más importante, a Dios por permitirme cumplir la metas más importante en mi vida académica y poder compartir este éxito con las personas que amo.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al terminar mi Trabajo Final de Graduación debo detenerme y agradecer a todas aquellas personas que de una u otra manera me ayudaron durante este proceso al haberme brindado apoyo y estímulo para alcanzar esta importante meta en mi vida académica.

Principalmente agradezco a don Gustavo Calvo y Francisco Sánchez por la confianza depositada en mi persona para el desarrollo de este proyecto. A la ADI-Orosi por el soporte económico, y en especial a don Rafael por estar siempre presente cuando se suscitó algún inconveniente, durante el proceso de muestreo. A Maikel, Esteban y Yonder, un agradecimiento especial, por el apoyo y dedicación durante el desarrollo de la caracterización de residuos.

A mis profesores que han sido una guía y ejemplo durante mi proceso formativo, y finalmente, a la profesora tutor, Lilliana Gaviria, por el apoyo, la dedicación y la guía que me brindo durante todo el desarrollo del Trabajo Final de Graduación.

## TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	XIV
ABSTRACT .....	XV
1. INTRODUCCIÓN .....	16
1.1    Objetivos general y objetivos específicos.....	17
2. MARCO TEORICO.....	18
2.1    Situación del manejo de Residuos Sólidos .....	18
2.2    Manejo integral de Residuos sólidos. ....	23
2.3    Centros de recuperación de residuos valorizables. ....	24
2.3.1    Características y criterios de diseño .....	27
2.4    Viabilidad de los centros de recuperacion .....	30
3. METODOLOGÍA .....	34
3.1    Area bajo estudio .....	34
3.2    Estudio de generación y composición de Residuos Sólidos domésticos y comerciales. ....	36
3.3    diseño y estudio de factibilidad económico y ambiental para el centro de acopio de Orosi .....	38
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	40
4.1    Encuestas aplicadas en el área de estudio.....	40
4.1.1    VIVIENDAS.....	40
4.1.2    COMERCIOS .....	47
4.2    Generación y composición de los RS en la comunidad de Orosi Centro .....	57
4.2.1    Generación de los RS. ....	57
4.2.2    Composición de los RS .....	59
4.3    Diseño del Centro de recuperación de RS .....	63
4.3.1    Dimensionamiento del Centro de Recuperación.....	63
4.3.2    Sistema de manejo sugerido para el Centro de Recuperación de RS en Orosi Centro .....	73
4.4    Viabilidad económica del Centro de Acopio.....	80
4.4.1    Datos básicos del Centro de recuperación de residuos valorizables. ....	80

4.4.2	Estimación de costos de inversión.....	82
4.4.3	Estimación de costos de operación.....	84
4.4.4	Flujo de inversiones y gastos de operación.....	87
4.5	Viabilidad ambiental del reciclaje de los RS en la comunidad de Orosi centro.....	92
4.5.1	Datos Iniciales Para el software VERDES CR 1.5.....	92
4.5.2	Análisis Mercadológico.....	94
4.5.3	Resumen de resultados finales.....	97
5.	CONCLUSIONES.....	102
6.	RECOMENDACIONES.....	105
7.	REFERENCIAS.....	108
8.	ANEXOS.....	113
8.1	Anexo 1.Detalles de la metodología aplicada para el estudio de generación y composición de residuos sólidos.....	114
8.1.1	Metodología aplicada para el estudio de generación y composición de Residuos Sólidos domésticos y comerciales.....	114
8.2	Anexo 2. Insumos necesarios para el trabajo de campo.....	121
8.3	Anexo 3. Elaboración de las herramientas de trabajo para la recopilación de la información.....	122
8.4	Anexo 4. Encuestas aplicadas a viviendas y comercios.....	123
8.5	Anexo 5: Validación de muestras.....	125
8.5.1	Área Residencial.....	125
8.5.2	Área Comercial.....	132
8.6	Anexo 6. Lista de contacto de las diferentes compañías recicladoras.....	136
8.7	Anexo 7. Requisitos de calidad y presentación del producto según el Programa “ALIANZA para el Aprovechamiento de los Residuos Valorizables en Costa Rica”.....	137
8.8	Anexo 8. Entrevistas realizadas a los diferentes entes recicladores.....	142
8.8.1	PRODUCOL.....	142
8.8.2	VICESA.....	143
8.8.3	Coca cola.....	144

8.8.4	Empaques Santa Ana.....	145
8.9	Anexo 9. Visital al Centro de Acopio del Tecnológico de Costa Rica. ....	147
8.10	Anexos 10. Cotizaciones .....	151
8.10.1	Pesa(s) para residuos clasificados.....	151
8.10.2	Equipo de protección personal .....	152
8.10.3	Equipo de trituración de vidrio.....	153
8.10.4	Equipo de compactación para papel y cartón .....	154
8.11	Anexos 11. Programas y panillas digitales .....	156

## Lista de cuadros

Cuadro 2.1. Generación per cápita de RSD y RSU en ALC (kg/habitantes/día) .....	18
Cuadro 2.2. Composición porcentual de los RS urbanos a nivel internacional (%).....	20
Cuadro 2.3. Categorías y subcategorías de los RS en Costa Rica. ....	21
Cuadro 2.4. Jerarquía de los RS de acuerdo con la Ley N°8839. ....	23
Cuadro 2.5. Principales empresas recicladoras en Costa Rica.....	25
Cuadro 2.6. Equipo y utensilios requeridos por área o modulo .....	29
Cuadro 3.1. Cantidad de viviendas y comercios a muestrear .....	38
Cuadro 4.1. Tipos de recipientes en los que se disponen los residuos generados por las viviendas para que sean recolectados. ....	41
Cuadro 4.2. Hora a la que sacan los RS en las viviendas para su recolección .....	41
Cuadro 4.3. Tipos de recipientes en los que se disponen los residuos generados por los comercios para que sean recolectados.....	50
Cuadro 4.4.Comparación de porcentajes de RS por categoría.....	61
Cuadro 4.5. Generación de RS por categoría en kilogramos por día.....	62
Cuadro 4.6. Peso específico de los RS por categoría .....	63
Cuadro 4.7. Generación de RS considerando el tiempo de rotación y el porcentaje de aprovechamiento en un 50%.....	64
Cuadro 4.8. Dimensión acorde a las características establecidas en la legislación actual.....	65
Cuadro 4.9. Dimensiones del Centro de Recuperación de RS.....	66
Cuadro 4.10.Requisitos de calidad y presentación del producto de acuerdo a las condiciones de las diferentes compañías recicladoras.....	77
Cuadro 4.11. Datos básicos de la comunidad de Orosi Centro. ....	81
Cuadro 4.12.Costos asociados a ingeniería, estudios y permisos en dólares. ....	82
Cuadro 4.13. Valor económico de la construcción del Centro de recuperación. ....	82
Cuadro 4.14. Costo de terreno y construcción de infraestructura en dólares.....	83
Cuadro 4.15. Inversión de equipamiento y accesorios para el Centro de recuperación de residuos en dólares. ....	84
Cuadro 4.16. Costo de salarios a obreros en dólares .....	85
Cuadro 4.17. Costo por mantenimiento de maquinaria y pago de servicios en dólares por año. ....	86
Cuadro 4.18. Costo por materiales y suministros en dolares. ....	87
Cuadro 4.19. Flujo de inversiones y gastos de operación para el Centro de recuperación de Orosi. ....	88
Cuadro 4.20. Ahorro en colones de la municipalidad de Paraíso por los residuos que no ingresan al relleno sanitario de los Pinos durante el primer año de acuerdo a los diferente escenarios planteados. ....	91

Cuadro 4.21. Precio de venta del material de reciclaje.....	93
Cuadro 4.22. Ganancia anual por categoría de RS.....	94
Cuadro 4.23. Costos de recolección y reciclaje asociados a cada uno de los escenarios.....	94
Cuadro 4.24. Economía obtenida anualmente por el reciclaje, para el escenario 1.....	95
Cuadro 4.25. Economía perdida anualmente por el no reciclaje, para el escenario 1.....	95
Cuadro 4.26. Economía obtenida anualmente por el reciclaje, para el escenario 2.....	96
Cuadro 4.27. Economía perdida anualmente por el no reciclaje, para el escenario 2.....	96
Cuadro 4.28. Ahorro y pérdida por materia prima para ambos escenarios.....	97
Cuadro 4.29. Economía obtenida y perdida para cada escenario propuesto.....	97
Cuadro 4.30. Ahorros y pérdidas por materia prima para cada escenario.....	99
Cuadro 8.1. Matriz de información del mapa de valores de terreno por zonas homogéneas para el Centro urbano de Orosi Centro.....	116
Cuadro 8.2. Cantidad de viviendas y comercios a muestrear.....	118
Cuadro 8.3. Generación per cápita por vivienda del área en estudio.....	126
Cuadro 8.4. Observaciones sospechosas del muestreo en viviendas.....	129
Cuadro 8.5. Generación per cápita por vivienda del área en estudio eliminando las observaciones sospechosas.....	130
Cuadro 8.6. Generación per cápita por comercio del área en estudio.....	133
Cuadro 8.7. Observaciones sospechosas del muestreo en comercios.....	134
Cuadro 8.8. Generación por comercio del área en estudio eliminando las observaciones sospechosas...	135
Cuadro 8.9. Contactos de las diferentes compañías recicladoras.....	136
Cuadro 8.10. Precio del plástico de acuerdo a su color.....	142
Cuadro 8.11. Tipo de tarifas y su precio asociado.....	143
Cuadro 8.12. Precio de los plásticos por color y compactación.....	144
Cuadro 8.13. Precio acorde al tipo de presentación del material de reciclaje.....	146

## Lista de figuras

Figura 3.1. Cuadrante Urbano de Orosi Centro.....	36
Figura 4.1. Número de habitantes por vivienda.....	40
Figura 4.2. Sitio de colocación de los residuos previo a su recolección en las viviendas.....	42
Figura 4.3. Numero de bolsas de residuos que se generan para los días de recolección en las viviendas..	43
Figura 4.4. Porcentaje de separación de RS en las viviendas de Orosi Centro para su aprovechamiento..	44
Figura 4.5. Tipos de residuos separados según las viviendas encuestadas. ....	45
Figura 4.6. Opinión sobre el servicio de recolección de residuos que ofrece la municipalidad en las viviendas.....	46
Figura 4.7. Viviendas en las han recibido capacitación en temas ambientales. ....	47
Figura 4.8. Cargo del personal entrevistado.....	48
Figura 4.9. Cantidad de empleados por comercios.....	48
Figura 4.10. Días en que laboran los comercios de Orosi Centro.....	49
Figura 4.11.Horario de atención de los comercios. ....	50
Figura 4.12. Sitio de colocación de los residuos previo a su recolección en comercios. ....	51
Figura 4.13. Número de bolsas de residuos que se generan en los comercios para los días de recolección. .....	52
Figura 4.14. Separación de los RS para ser llevados a un punto de reciclaje en los comercios. ....	53
Figura 4.15. Tipos de residuos separados según los comercios encuestados.....	53
Figura 4.16. Opinión sobre el servicio de recolección de residuos que ofrece la municipalidad en los comercios.....	54
Figura 4.17. Residuos de mayor generación en los comercios de Orosi centro.....	55
Figura 4.18. Número de comercios en las han recibido capacitación en temas ambientales.....	56
Figura 4.19. Generación per cápita practica y teórica en kg/habitantes/ día.....	57
Figura 4.20. Composición de los RS por categoría en viviendas.....	59
Figura 4.21. Composición de los RS por categoría en comercios.....	60
Figura 4.22. Composición promedio de los RS en Orosi Centro.....	60
Figura 4.23. Croquis del Centro de Recuperación de residuos Valorizables. ....	68
Figura 4.24. Ubicación del Centro de Recuperación de residuos Valorizables dentro del terreno. ....	69
Figura 4.25. Vista aérea del Centro de recuperación.....	70
Figura 4.26. Vista frontal del Centro de recuperación.....	71
Figura 4.27.Vista lateral del Centro de recuperación. ....	72
Figura 8.1. Mapa de valores de terrenos por zonas homogéneas del Centro Urbano Orosi.....	116
Figura 8.2. Esquema del resumen metodológico.....	120

Figura 8.3. Variación de la Generación Per cápita por vivienda. ....	128
Figura 8.4. Variación de la generación per cápita por vivienda al eliminar las observaciones sospechosas. ....	131
Figura 8.5. Variación de la Generación Per cápita por Comercio. ....	133
Figura 8.6. Variación de la generación por comercio al eliminar las observaciones sospechosas. ....	135
Figura 8.7. Mesa de trabajo.....	148
Figura 8.8. Poli-laminados compactadas en pacas. ....	149
Figura 8.9. Sacas para la clasificación del plástico. ....	149
Figura 8.10. Vidrio color verde clasificado.....	149
Figura 8.11. Vidrio transparente clasificado. ....	149
Figura 8.12. Vidrio no reciclable. ....	150
Figura 8.13. Almacenamiento temporal de residuos. ....	150

## LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

ADI-Orosi: Asociación de desarrollo integral de Orosi.  
C.C.S.S: Caja Costarricense de Seguro Social.  
Programa CYMA: Programa competitividad y medio ambiente.  
EVAL: Evaluación Regional del Manejo de RS Urbanos en América Latina y el Caribe.  
GIRS: Gestión integral de residuos sólidos.  
G.L.C: GLC Recycling Plast S.A.  
GPC: Generación Per Cápita.  
HDPE: Polietileno de alta densidad.  
I.C.E: Instituto Costarricense de Electricidad.  
INEC: Instituto de estadística y censo.  
IFAM: Instituto de Fomento y Asesoría Municipal.  
LDPE: Polietileno de baja densidad.  
PET: Tereftalato de polietileno.  
PRESOL: Plan de Residuos Sólidos.  
PDIS: Plan para el desarrollo integral sustentable de Orosi.  
RS: Residuo Sólido.  
RSM: Residuos Sólidos municipales.  
RSU: Residuos Sólidos Urbanos.  
TEC: Tecnológico de Costa Rica.  
EPA: United States Environmental Protection Agency.  
VICESA: Vidriera Centroamericana, S.A.

## LISTA DE SÍMBOLOS

- A: ganancias con la economía del control ambiental.
- C: costo del proceso de reciclaje (definido a partir del costo de transporte).
- D: otras ganancias económicas adicionales.
- E: costo evitado con la colecta, transporte y disposición final de la basura.
- $E_1$ : Error permisible.
- G: ganancia con el reciclaje.
- H: ganancias decurrentes de la economía de recursos hídricos.
- M: ganancias decurrentes de la economía de materias primas.
- $n_{viv}$  : Número de viviendas que serán incluidas en el muestreo.
- $n_{com}$ : Número de viviendas que serán incluidas en el muestreo.
- $N_{viv}$ : Número de viviendas en el área de estudio.
- $N_{com}$ : Número de viviendas en el área de estudio.
- V: precio de venta (y al mismo tiempo de compra) de los materiales reciclados.
- W: ganancias decurrentes de la economía en el consumo de energía.
- X: Promedio de Generación Per Cápita obtenido almacenamiento, empacamiento, trituración, lavado, costos administrativos etc.).
- $X_i$ : Dato de Generación Per Cápita.
- $z$  : Coeficiente de confianza.
- $Z_c$ : Intervalo de sospecha.
- $\delta$ : Desviación estándar.

## RESUMEN

El Distrito de Orosi, ubicado en el Cantón Paraíso de la Provincia de Cartago, actualmente no cuenta con un Centro de Recuperación de residuos sólidos (RS) de forma tal que la gestión de estos no es adecuada para el distrito. Con el objetivo de realizar el diseño de un centro de recuperación de residuos sólidos, se realizó un estudio físico de los RS en los sectores comercial y residencial, cuyos resultados fueron utilizados para recomendar el diseño de un Centro de recuperación de residuos valorizables, y determinar su viabilidad económica. Como área bajo estudio, se seleccionó la comunidad de Orosi Centro, donde en total se muestrearon 130 viviendas y 36 comercios. En el caso de las viviendas, su producción per cápita fue de 0,34 kg/habitantes/día y en comercios fue de 0,22 kg/habitantes/día; para una producción per cápita total de 0,56 kg/habitantes/día. Asimismo, la composición entre las viviendas y comercios varía en gran parte por la diferencia en la naturaleza en las actividades que llevan a cabo. En promedio la composición de RS fue: 31% biodegradables, 17% papel y cartón, 14% plástico, 10% vidrio, 6% textil, 2% metales, 1% poli-laminados, % peligrosos y 17% otros. Una vez obtenidos estos resultados se procedió a dimensionar el centro de recuperación, donde el área total obtenida a través de los cálculos, fue de 211 m<sup>2</sup>. El estudio de viabilidad económica indicó que es necesario un recuperar un 58% de los RS para la auto-sustentabilidad del centro de recuperación. Respecto de la viabilidad ambiental, se utilizó un software con el objetivo de realizar una comparación ante una situación ideal donde los recursos naturales tuvieran un valor verdadero, pero finalmente este aspecto quedó únicamente como un ejercicio teórico. Al finalizar el estudio se concluyó que los hábitos y costumbres propios de los habitantes representan uno de los puntos importantes para realizar una correcta interpretación de los resultados obtenidos en un estudio de generación y composición. Así mismo se determinó que la generación per cápita en la planificación de un proyecto de aprovechamiento de los RS es clave para el éxito del diseño de las instalaciones y el análisis de las variables financieras.

**Palabras clave:** RS, Generación per cápita, Composición de residuos, Centro Acopio, Centro de recuperación, Diseño del centro de acopio, Viabilidad económica, Viabilidad ambiental.

## **ABSTRACT**

The District of Orosi, located in Paradise Canton Province of Cartago, currently lacks Recovery Center Solid Waste so that the management of these is not appropriate for the district. Aiming to make the design of a recovery center, a physical study of the RS in the commercial and residential sectors, the results were used to recommend designing a recovery center recoverable waste was conducted to determine the economic viability and environmental. As study area, the community of Orosi Center, where total 130 homes and 36 businesses were sampled was selected. In the case of housing, its per capita was 0,34 kg / inhabitant / day and in stores was 0,22 kg / inhabitant / day; for a total per capita production of 0,56 kg / inhabitant / day. Also, the composition between homes and businesses varies largely by the difference in nature in the activities carried out. In solid waste average composition was: 31% biodegradable, 17% paper and cardboard, plastic 14%, glass 10%, 6% textile, metal 2%, 1% poly-laminate hazardous% and 17% other. After obtaining these results we proceeded to gauge the recovery center, where the total area obtained through calculations, was 211 m<sup>2</sup>. The economic feasibility study indicated that it is necessary to recover 58% of the solid waste for self-sustainability of the recovery center. Regarding environmental sustainability, software was used in order to make a comparison to an ideal situation where natural resources have real value, but eventually this aspect was only as a theoretical exercise. At the end of the study concluded that the habits and customs of the people are one of the important points for a correct interpretation of the results obtained in a study of generation and composition. It also found that the per capita generation planning a development project of the solid waste is key to the success of facility design and analysis of financial variables.

**Keywords:** Solid Waste Generation per capita, composition of waste, Collection Center, Center for recovery, storage facility design, economic viability, environmental viability.

## 1. INTRODUCCIÓN

Con el aumento de la urbanización e industrialización, también aumenta la cantidad de RS generados, siendo esto una de las principales problemáticas a las que se enfrentan la mayoría de los países alrededor del mundo, es decir, el manejo inadecuado y la disposición de los RS (Herrera, 2010; OECD, 2011). En países en vías de desarrollo, como Costa Rica, enfrentar este crecimiento económico y social en armonía con la naturaleza es uno de los principales retos, el cual se dificulta debido a los vacíos en la planificación y la legislación nacional (Ministerio de Salud, 2011).

Histórica y legalmente, la municipalidad es la responsable de la recolección, transporte y disposición de los RS, tarea que generalmente realiza con una serie de limitaciones y obstáculos que no le permiten asumir sanitaria y ambientalmente dicha labor (Jara, 2008) . Sumado a esto, la ausencia de programas integrales a nivel comunal de gestión de los RS favorece que no se realice un manejo adecuado de los mismos tal como lo establece la jerarquización de residuos (Municipalidad de Paraíso, 2013).

El componente de gestión integral de residuos a nivel comunal se debe enfocar en el fortalecimiento de las capacidades de los gobiernos locales para que lleve a cabo tal gestión (Jara, 2008). Por lo que la Asociación de Desarrollo de Orosi ante las múltiples necesidades, problemas y carencias de orden comunal en relación con los RS y el medio ambiente en general se encuentra en la implementación del Plan para el desarrollo integral sustentable de Orosi, PDIS. (ADI-Orosi, 2013).

Como parte del PDIS se encuentra el Programa Ambiental Reciclaje 3R, el cual consiste en la recuperación ambiental desde la perspectiva de oportunidad y posibilidades de obtener recursos económicos inmediatos orientados a personas de condición social vulnerable. Este programa se fundamenta con la articulación de toda la comunidad, con educación, concientización y solidaridad para con los vecinos de mayor necesidad (ADI-Orosi, 2013).

Para lograr las metas propuesta por el PDIS, se realizó el estudio de composición y generación de RS, esto para poseer un diagnóstico que facilite y, a su vez, permita dimensionar adecuadamente el diseño de un Centro de recuperación de RS valorizables. Posteriormente se sometió el proyecto a evaluación para determinar su viabilidad económica, por medio del software Verde 1.5 y la planilla del “Manual para la definición de un modelo tarifario para la gestión municipal de Residuos Sólidos” específica para Centros de Recuperación de residuos Valorizables”,

## 1.1 OBJETIVOS GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

### **OBJETIVO GENERAL**

“Desarrollar un diseño de un Centro de recuperación de RS acorde con la realidad de la Comunidad de Orosi de forma que se mejoren las condiciones ambientales de la zona y se cumpla con la legislación costarricense.”

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Estimar la composición y la cantidad de los residuos sólidos valorizables generados en la comunidad de Orosi centro.
- b) Determinar las condiciones y características con las que debe contar el diseño de un Centro de acopio para los residuos reutilizables.
- c) Estimar un flujo de caja de las posibles condiciones económicas del funcionamiento del Centro de recuperación.
- d) Analizar económica y ambientalmente el beneficio de la implementación de un programa de reciclaje en la comunidad de Orosi centro.

## 2. MARCO TEORICO

### 2.1 SITUACIÓN DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

Los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) son conocidos comúnmente como basura o desechos que se componen de objetos de usos cotidianos usados y desechados, los cuales provienen de los hogares, escuelas, hospitales, empresas, etc. (EPA, 2014).

Al aumentar la urbanización e industrialización también aumenta la cantidad de RS, lo cual provoca una de las principales problemáticas al rededor del mundo, el manejo inadecuado y la disposición de los RS (Herrera, 2010; OECD, 2011). En América Latina y el Caribe la generación per cápita de RSU llega a 0,93 kg/habitantes/día. (Tello, Martínez, Daza, Soulier, & Terraza, 2010). Tal y como se muestra en el Cuadro2.1.

**Cuadro 2.1. Generación per cápita de RSD y RSU en ALC (kg/habitantes/día)**

<b>País</b>	<b>RSD (Residuos Sólidos Domésticos)</b>	<b>RSU</b>
Costa Rica	-	0,88
El Salvador	0,5	0,89
Guatemala	0,48	0,61
Honduras	0,61	-
Nicaragua	0,73	-
México	0,58	0,94
Colombia	0,54	0,62
<b>ALC</b>	<b>0,63</b>	<b>0,93</b>

Fuente: (Tello et al., 2010)

El concepto de RSD corresponde a aquellos residuos de origen exclusivamente residencial, generados por la actividad humana dentro de la vivienda. Respecto de los RSU son aquellos provenientes de las actividades propias de los núcleos poblacionales en general, que incluyan los residuos de origen domiciliario, comercial, de servicios, institucional, de mercados, hospitalarios comunes o no peligrosos, los generados en las oficinas de las industrias, en el barrido y limpieza de calles y áreas públicas, en podas de plantas de calles, plazas y jardines públicos.(Tello et al., 2010). Es importante definir estos conceptos ya que existen diferencias en las distintas definiciones que se usan en América Latina y en el mundo para identificar a un

residuo sólido, lo que causa que las estadísticas de generación de residuos en las ciudades tengan dificultad para su comparación.(Tello et al., 2010)

De acuerdo con el Duodécimo Estado de la Nación, en el Costa Rica se generan 4 500 Toneladas de RS por día. Tomando en cuenta la generación, el desarrollo socioeconómico, el crecimiento poblacional, cambios en los hábitos de consumo así como el aumento de las actividades industriales y del turismo, la generación de los RS ordinarios aumentará en los próximos 7 años a 5 600 toneladas de residuos al día, incrementando a una generación per cápita de 1,04 kg/ habitantes/ día. (Soto, 2006)

De la cantidad de residuos generados cerca del 30% son dispuestos sin ningún control en las calles, ríos, lotes baldíos, etc., provocando problemas de estrangulamiento de alcantarillado, contaminación visual, variación del caudal de los ríos y deterioro ambiental (Quijada & Soto, 2008).

Es importante mencionar que la generación de los RS varía en función de factores culturales y está íntimamente asociada a los niveles de ingreso, hábitos de consumo, desarrollo tecnológico y estándares de calidad de vida de la población (Abellán, 2002).

De igual manera son muchos los factores que influyen en la composición de los RS, entre estos se encuentran principalmente: el grado de urbanización e industrialización, el ingreso per cápita, el clima, las tradiciones, costumbres, hábitos alimenticios, la frecuencia de recolección de residuos, entre otros (Elizondo, Martín, & Astorga, 2011).

Por lo anterior, no es extraño que la composición de los RS varíe de un lugar a otro; al realizar una comparación de la composición entre varios países se concluyó que en los países latinoamericanos como, Costa Rica, México y Colombia, la parte que predomina es la de residuos orgánicos. En contraste, países desarrollados como Francia o Estados Unidos, donde el papel y cartón son los principales residuos generados (Griselda, 2005). En el Cuadro 2.2 se presentan diferentes composiciones de residuos alrededor del mundo.

**Cuadro 2.2. Composición porcentual de los RS urbanos a nivel internacional (%)**

<b>Residuos</b>	<b>Estados Unidos</b>	<b>Francia</b>	<b>México</b>	<b>Colombia</b>	<b>Costa Rica*</b>
Papel y cartón	40	35	14	22	21
Plástico	8	7	6	5	11
Metales	9	5	3	1	2
Textiles	-	5	1	4	-
Vidrio	7	12	7	2	1
Orgánicos	18	21	32	56	58
Residuos jardinería	7	-	10	10	-
Otros	11	15	27	-	7

**Fuente:** (CYMA, 2008\*; Griselda, 2005)

Dentro de cada una de estas categorías de residuos se desprenden una serie de subcategorías de acuerdo a las características físicas y químicas de los materiales que las componen. En el Cuadro 2.3 se enumeran las categorías y subcategorías aceptadas por el Ministerio de Salud para la determinación de la composición de los RS en Costa Rica.

**Cuadro 2.3. Categorías y subcategorías de los RS en Costa Rica.**

<b>Categoría principal</b>	<b>Sub-categoría</b>	<b>Descripción</b>
Biodegradable	Cáscaras de frutas, legumbres etc.	Se hace la separación para contar con datos para la elaboración de composta. Madera proveniente del jardín
	Jardín	
	Otros	
Papel/Cartón	Papel blanco y de color	Papel blanco, de color, periódico, cartón liso y corrugado, papel china, papel de regalo, etc.
	Periódico	
	Cartón	
	Cartoncillo	
	Otros Papeles	
Plástico	Tereftalato de polietileno (PET)	Envases, bolsas, elementos elaborados en plástico, recipientes.
	Polietileno de alta densidad (HDPE)	
	Polietileno de baja densidad (LDPE)	
	Otros Plásticos	
Vidrio	Envase Blanco	Envases, vidrio plano de ventana, vidrio quebrado
	Envase Marrón Plano	
	Envase Verde	
Metales	Aluminio	Aluminio, latas de alimentos, trozos de varillas, alambres, chatarra en general
	Ferroso No Ferrosos	

Continuación del Cuadro 2.3.

<b>Categoría principal</b>	<b>Sub-categoría</b>	<b>Descripción</b>
Textiles	Textiles	Retazos de tela y cuero, piezas de ropa, bolsos, zapatos de cuero, hule en general
Poli-laminados (tetras)	Poli-laminados	Envases tetrabrik
Peligrosos generados en el hogar	Peligrosos	Baterías secas, restos de medicamentos, envases de productos de limpieza, envases de pintura, cartuchos y tóner de impresora, envases de lubricantes, insecticidas, bombillos.
Eléctricos y electrónicos	Eléctricos y electrónicos	Monitores, pantallas planas, computadoras, baterías de computadoras, celulares o UPS, cargadores, escáner, teléfonos celulares, impresoras, cámaras fotográficas, calculadoras, y otros similares.
Otros y no definibles	Otros	Material fino como polvo de barrido, residuos sanitarios (papel higiénico, pañales), inertes, escombros, madera, empaques metalizados, estereofón, residuos voluminosos.

Fuente: (CYMA, 2012a)

## 2.2 MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS.

Según Rivera (2005), la gestión de los RS se refiere a la administración de todas las acciones realizadas desde la generación hasta su disposición final, por lo que, minimiza tanto los impactos negativos al ambiente y a la sociedad, como los costos derivados de estas acciones. Es una nueva forma de pensar acerca de los residuos, en vez de considerarlos como desechos son vistos en forma de recursos que posee valor y pueden generar oportunidades en las comunidades.(Ministry of Community Development. British Columbia, 2009).

En Costa Rica, a partir del 5 de enero del 2010 entró en vigencia la Ley para la Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS). Los elementos que componen el sistema de gestión de residuos según la ley 8839 siguen un orden jerárquico, los cuales corresponde a: a) Prevención en la fuente, b) Minimización en la generación, c) Reutilización de los residuos, d) Tratamiento, Disposición final. Para los efectos de esta Ley y los reglamentos que de ella se deriven, la gestión integral de residuos debe hacerse según el orden jerárquico mencionado en el Cuadro 2.4.

**Cuadro 2.4. Jerarquía de los RS de acuerdo con la Ley N°8839.**

<b>Jerarquía</b>	<b>Descripción</b>
Prevención en la fuente	Evitar la generación de residuos en su origen como un medio para prevenir la proliferación de vectores relacionados con las enfermedades infecciosas y la contaminación ambiental.
Minimización en la generación	Reducir al máximo la generación de residuos en su origen.
Reutilización de los residuos	Reutilizar los residuos generados ya sea en la misma cadena de producción o en otros procesos.
Valorizar	Valorizar los residuos por medio del reciclaje, el co-procesamiento, el re-ensamblaje u otro procedimiento técnico que permita la recuperación del material y su aprovechamiento energético. Se debe dar prioridad a la recuperación de materiales sobre el aprovechamiento energético, según criterios de técnicos.
Tratamiento	Tratar los residuos generados antes de enviarlos a disposición final.

Jerarquía	Descripción
Disposición final	Disponer la menor cantidad de residuos, de manera sanitaria, así como ecológicamente adecuada

Fuente: (Asamblea Legislativa de la República, 2010b)

Desafortunadamente, un buen sistema de gestión no es sencillo pues implica inversión económica, que no siempre puede ser financiada por las municipalidades, y un cambio de actitud de todas las partes, municipalidades y población. (Griselda, 2005)

Para una adecuada GIRS se requiere de información veraz y actualizada para fines de planificación y monitoreo; Esto también comprende los conocimientos sobre la generación y composición de los residuos ordinarios ya que solamente con información detallada es posible realizar planificaciones generales y específicas (CYMA, 2012a).

La ley para la Gestión Integral de Residuos, N° 8839 de Costa Rica, en su artículo 2, busca promover la clasificación, cuantificación y caracterización de los residuos, a fin de construir y mantener actualizado un inventario nacional que permita una correcta planificación para su gestión integral. Por lo tanto a nivel nacional como a local es importante conocer la generación y la composición de los residuos ordinarios generados.

Con el objetivo de validar los datos recopilados y procurar la comparación de estos con otros generados bajo el mismo criterio se hace necesaria una metodología que estandarice los estudios respectivos a nivel nacional. Para tales efectos se desarrolló el reglamento N°37745 “Metodología para la realización de estudios de generación y composición de residuos ordinarios”, el cual es utilizado para el desarrollo del estudio. (Ver Anexo 8.8)

### 2.3 CENTROS DE RECUPERACIÓN DE RESIDUOS VALORIZABLES.

Cuando la generación de residuos es inevitable, estos se deben considerar como un recurso a partir del cual pueden ser recuperadas materia prima e incluso energía. A este proceso de recuperación y tratamiento que pone los residuos en condiciones técnicas y económicas de ser

reinsertados al mercado se le denomina proceso de valorización de los RSU (Ricardo & Daniel, 2002).

Según Ibáñez y Corroccoli (2002), el reciclaje es el proceso por el cual un porcentaje de los RS destinados a disposición final, son recolectados, procesados y re-manufacturados, para insertarlos nuevamente al circuito económico. El reciclaje logra disminuir el costo global del manejo de los residuos reduciendo el gasto de disposición final, y también el impacto ambiental derivado de las acciones humanas, sin embargo, para que exista eficiencia económica se debe contemplar el circuito completo de los residuos, es decir la recolección, procesamiento, comercialización del producto y disposición final del remanente. (Ricardo & Daniel, 2002)

Algunas industrias costarricenses han tomado conciencia de la importancia que tiene proteger el ambiente, no solo con la finalidad de contribuir en la disminución de sus residuos, sino también como una herramienta de relaciones públicas y propaganda positiva. (Vásquez & Víquez, 2005). Algunas de las empresas recicladoras más grandes en Costa Rica se mencionan en el Cuadro 2.5

**Cuadro 2.5. Principales empresas recicladoras en Costa Rica.**

<b>Material</b>	<b>Empresa recicladora</b>
Papel y cartón	Empaques Santa Ana
	AMANCO Tubosistemas Costa Rica S.A
	Euroamérica
	Kimberly Clark
Metales	Fucafa
	Metalurgias Román
	Recyplast S.A
	POLYMER ® Costa Rica
Plástico	Gente Reciclando
	GLC Recycling Plast S.A. (G.L.C.)
	Coca Cola FEMSA.
	Florida bebidas.
Vidrio	Seagrams de Costa Rica S.A
	Fábrica Nacional de Licores
	Vidriera Centroamericana S.A. (VICESA),

Como se puede observar, la cantidad de empresas dedicadas al reciclaje en Costa Rica es bastante amplia y variada, lo que permite reutilizar o reciclar una gran cantidad de materiales y así aprovecharlos para disminuir la cantidad de RS que sean dispuestos inadecuadamente (Vásquez & Víquez, 2005).

Según Vásquez & Víquez (2005) dentro de las alternativas de solución posibles que se contemplan para atender la problemática creciente de los RS se encuentran los centros de acopio, que permiten la recuperación de materiales reciclables, cuyo uso será como materia prima y la cual puede ser utilizada por los diferentes empresas recicladoras existentes en el mercado.

Los Centros de Recuperación aceptan el material separado en el origen o mezclado; un centro exitoso es capaz de maximizar la cantidad de materiales recuperados para ser procesados, y de esta manera producir materiales que puedan generar la mayor cantidad posible de remuneración en el mercado (Dubanowitz, 2000).

En estos locales se almacenan diferentes tipos de materiales o productos, reciclables o reutilizables. Para el diseño o establecimiento de un centro de acopio es muy importante conocer el tipo de materiales que se van a almacenar y las cantidades producidas en la comunidad, en el comercio, la industria y las instituciones cercanas, esto permitirá orientar las acciones de recolección, transporte, separación, almacenamiento y venta de los materiales obtenidos (Marín, 2005).

Con la publicación del Decreto ejecutivo N° 35906-S, que contiene el “*Reglamento de centros de recuperación de residuos valorizables*”, se regula el funcionamiento de las iniciativas de creación y operación de los centros de acopio (FOMUDE, 2011), ya que establece los requisitos y condiciones, físicas y sanitarias, que deben cumplir los centros de recuperación de residuos valorizables para su funcionamiento, en armonía con la salud y el ambiente en el territorio nacional (Asamblea Legislativa de la República, 2010a).

La importancia de la elaboración de este reglamento se puede apreciar al observar que en la mayoría de los centros de acopio los materiales muchas veces están hacinados en sitios que no

tienen la mejor de las instalaciones eléctricas, lo cual es un riesgo ante un evento de incendio, además, carecen de otras medidas importantes como la demarcación de pasillos, ventilación e iluminación natural, presencia de equipos para extinguir incendios, y además las personas que manipulan estos materiales carecen de equipo de protección personal, como guantes y fajas para levantar pesos (Soto, 2006).

### **2.3.1 Características y criterios de diseño**

Por la naturaleza de las actividades a desarrollar, en el centro de recuperación, se requiere contar elementos técnicos y tecnológicos, por lo tanto el diseño de la infraestructura y gestión, debe ser flexible. El objetivo es tomar en cuenta los cambios sobre cantidad y composición de los residuos, nuevos desarrollos tecnológicos, supervisión y evaluación. (Cárdenas, Rojas, & Porras, n.d.).

El diseño de la infraestructura del Centro de Recuperación debe realizarse acorde con las características y criterios de diseño establecidos en Reglamento general de seguridad e higiene de trabajo, Decreto N° 1, y al Reglamento de Centros de Recuperación de Residuos Valorizables, Decreto ejecutivo N° 35906-S. A continuación se detallan las condiciones que, según los decretos mencionados debe de cumplir el Centro para el correcto desempeño y funcionamiento de las actividades que aquí se llevaran a cabo.

1. Pisos, paredes y estructuras internas construidas con materiales retardadores del fuego de al menos una hora no porosos, de fácil limpieza y que no se reblandezcan al entrar en contacto con agua.
2. Pisos de material resistente, parejos y no resbaladizos, fáciles de asear; con declives y desagües apropiados.
3. Pasillos interiores, tanto los principales como los de otro orden, con anchura adecuada de acuerdo con el número de trabajadores que deban circular por ellos, considerando incluso el desalojo de emergencia. Los pasillos principales deberán ser de mínimo 1,20 m, para secundarios 1 m, además se deber considerar un mínimo de 80 cm de separación entre máquinas

4. Separación entre máquinas, instalaciones y puestos de trabajo suficientes para que el trabajador pueda realizar su trabajo sin incomodidad y para que quede cubierto de posibles accidentes por falta de espacio. Por lo tanto la superficie del piso no será inferior a dos metros cuadrados libres para cada trabajador.
5. Techos con una altura mínima de 2,5 metros medidos del piso al cielo raso o cercha.
6. Estibas dentro de las instalaciones no superiores a tres cuartas partes de la altura de la construcción, medida del piso a la cercha o cielo raso.
7. Área de ventilación natural no inferior al 20 % de la superficie del piso.
8. Extintores en buen estado, ubicados estratégicamente dentro del establecimiento. La distancia de recorrido para acceder a un extintor no debe ser mayor de los 23 metros. Dada la naturaleza de los residuos que se van a almacenar en el Centro será necesitaran extintores para fuego tipo A.
9. Servicios sanitarios equipados con papel higiénico, jabón de manos, toallas de papel o sistema mecanizado de secado de manos, como mínimo, separados por género y con ventilación natural o mecánica, de acuerdo con la siguiente proporción de trabajadores en turno simultáneo:
  - Inodoros: Uno por cada veinticinco hombres, o fracción de veinticinco. Uno por cada veinte mujeres, o fracción de veinte.
  - Orinales: Uno por cada treinta trabajadores, o fracción de treinta.
  - Lavamanos: Uno por cada quince trabajadores.
  - Duchas: Una por cada cinco trabajadores, en los establecimientos que lo requieran

Los locales destinados a servicios sanitarios y duchas deben tener pisos y paredes de material liso e impermeable que faciliten la limpieza, a una altura mínima de un metro ochenta centímetros (1,80 m).

10. Área de parqueo, carga y descarga, de manera tal que no utilice la vía y predios públicos.
11. Área destinada al almacenamiento de RS completamente techada, a excepción del área de almacenamiento de partes de vehículos, materiales de construcción, maquinaria y equipo

pesado en desuso, siempre y cuando no contengan sustancias peligrosas, ni constituyan focos de contaminación o criaderos de fauna nociva.

12. Botiquín de primeros auxilios rotulado y ubicado en un lugar limpio y seco, protegido de los cambios ambientales que afectan a los medicamentos. Se deberá realizar una revisión periódica de los medicamentos contenidos en el botiquín, con el fin de verificar su estado y fecha de caducidad, así mismo los demás artículos del botiquín deberán estar en buenas condiciones higiénicas

Con el propósito de cumplir con la normativa vigente el Centro de recuperación deseablemente debe contar con. (FOMUDE, 2011).

- Áreas de almacenamiento, galerones de selección.
- Instalaciones hidráulicas, mecánicas y eléctricas.
- Área administrativa.
- Área de capacitación
- Comedor/cocina.
- Área de sanitarios y aseo personal.
- Área verde y para futuro establecimiento de los nuevos proyectos

Adicionalmente se deben considerar los equipamientos y los utensilios necesarios para que los procesos de trabajo se puedan desarrollar con eficiencia, observando la normativa de salud ocupacional, manejo de desechos y leyes laborales vigentes en el país. Por lo que a cada área y módulos, que así lo requieran, se le asignaron los equipos y utensilios requeridos, según se detalla en el Cuadro 2.6

**Cuadro 2.6. Equipo y utensilios requeridos por área o modulo**

<b>Áreas y módulos</b>	<b>Equipo</b>	<b>Utensilios</b>
Áreas de recepción y almacenamiento de material	- Carretillas	- Mascarillas o cubre bocas - Guantes - Gabachas y batas

Continuación del Cuadro 2.6.

Áreas y módulos	Equipo	Utensilios
Área de trabajo	- Máquina para moler plástico	- Mascarillas o cubre bocas
	- Máquina para moler vidrio	- Tapones para oídos desechables
	- Prensas de compactación	- Lentes protectores
	- Montacargas	- Guantes
	- Mobiliario y mesas de trabajo	- Gabachas y batas
	- Carretillas	- Botas plásticas
	- Recolectores de desechos (recipientes)	- Cinturón
Módulos por categoría de residuos	- Puestos de trabajo para la clasificación de materiales	- Cascos
	- Guillotina	- Herramientas de trabajo (palas, cuchillos, desatornilladores, alicates, pinzas, martillos, tenazas, etc.).
	- Baldes con estribos con capacidad de 2 metros cúbicos cada uno	- Extintores
		- Botas plásticas
Área administrativa	- Infraestructura informática (1 computadoras).	- Estibas
	- Mobiliario administrativo (Un puestos de trabajo).	- Guantes
	- Equipo multifuncional de teléfono, scanner, impresora.	- Papel
Área de sanitarios y aseo personal.	- Servicios sanitarios	- Tintas
	- Lavamanos	- Implementos de oficina (Lápiz, lapicero, borrador, etc.)
	- Duchas	- Jabón antibacterial
		- Jabón lavamanos
		- Papel higiénico

Fuente: (FOMUDE, 2011)

#### 2.4 VIABILIDAD DE LOS CENTROS DE RECUPERACION

Uno de los beneficios de contar con una adecuada estructura de costos en GIRS, es poder tomar decisiones sobre la viabilidad económica de los proyectos relacionados. Los costos se asocian a todo tipo de organización, sea esta pública o privada, de servicios o de manufactura, y se pueden clasificar en (CYMA, 2012b):

- Costos operativos: que son los costos asociados con la administración general de la organización como un todo (por ejemplo, salario del alcalde)

- Costos de manufactura: (en este caso, los costos de brindar un servicio), que incluyen el personal y material que directamente se dedica a estas actividades, así como costos indirectos asociados con estas operaciones.

Para facilitar la toma de decisiones (viabilidad económica) para la implementación de proyectos, específicamente en cuanto a los centros de recuperación, El Programa de Competitividad y Medio Ambiente (Programa CYMA) desarrollo plantillas en Excel, las cuales poseen listados de ítems detallados y costos predeterminados que permiten estimar los costos de inversión y operación. El listado de ítems de las tablas de cálculo está basado en el Reglamento de Centros de Recuperación de Residuos Valorizables, N° 35906-S, y, además, en la experiencia de consultores y proyectos similares; El contenido de las planillas se divide en 4 tablas (CYMA, 2012b):

- 1. Input de datos básicos:** Ayuda a proyectar las cantidades de residuos y dimensionar el proyecto.
- 2. Estimación de costos de inversión:** Indica todas las inversiones relevantes del proyecto: Estudios y permisos; terreno; obras específicas, infraestructura y edificación; maquinaria, equipos, camiones y vehículos; equipamiento y accesorios.
- 3. Estimación de costos de operación:** Indica todos los costos de operación relevantes del proyecto: Gastos en personal, servicios (como alquileres, servicios básicos, servicios comerciales y financieros, servicios de gestión y apoyo, mantenimiento y reparación), materiales y suministros, y gastos financieros.
- 4. Flujo de inversiones y gastos de operación:** Presenta un flujo a una proyección de 20 años de las inversiones y de los gastos de operación; además el total de los egresos anuales, el ingreso anual por recaudación de tarifa y el flujo anual de los egresos menos los ingresos.

La viabilidad ambiental se determina de acuerdo con la ganancia económica en el ahorro de energía eléctrica, materia prima y agua, así como el costo del proceso de reciclaje. Además toma en cuenta el Balance Ambiental, el cual señala cuánto se ahorró o perdió de las reservas naturales con la separación y reciclaje de los residuos.

Con la finalidad de proporcionar una herramienta fácil para calcular la viabilidad con varios escenarios y composiciones de resultados de reciclaje de los cinco principales residuos; lata de aluminio, lata de acero, papel y cartón, plástico y vidrio; se desarrolló el software VERDE Costa Rica.(Magera, 2007b)

Con base en la cantidad producida, reciclada y dispuesta en rellenos sanitarios, es posible medir el ahorro de materia prima, energía, agua y la reducción de los daños ambientales, recolección, transporte y disposición final de los residuos. Con la cantidad de residuos depositados en los rellenos sanitarios, sumada a los índices de reciclaje, se tiene el total producido o consumido de un determinado producto(Magera, 2007a).

La ecuación propuesta por Thomas Duston, en el libro “How to measure the gains from recycling” calcula la viabilidad económica del reciclaje de los RS, esta se encuentra configurada internamente en el software Verde 1.5 (Magera, 2008). De ese modo, se tiene la ecuación:

$$G = (V - V) - C + E + W + M + H + A + D \quad (1)$$

Donde las variables representan:

**G** = ganancia con el reciclaje.

**V** = precio de venta (y al mismo tiempo de compra) de los materiales reciclados.

**C** = costo del proceso de reciclaje (definido a partir del costo de transporte, almacenamiento, empacamiento, trituración, lavado, costos administrativos etc.)

**E** = costo evitado con la colecta, transporte y disposición final de la basura.

**W**= ganancias de la economía en el consumo de energía.

**M**= ganancias de la economía de materias primas.

**H**= ganancias de la economía de recursos hídricos.

**A**= ganancias con la economía del control ambiental.

**D**= otras ganancias económicas adicionales.

La variable V aparece dos veces en la ecuación, una con valor positivo y otra con valor negativa, ya que, para los recolectores, cooperativas de reciclaje, municipalidades, chatarreros, intermediarios, entre otros, éste representa una ganancia, sin embargo; para las industrias que

compran el material reciclado representa un dispendio o gasto y, en este caso, la variable  $V$  es negativo, la variable  $V$  analiza el escenario macroeconómico de la sociedad. (Magera, 2008)

El programa, que fue utilizado en este estudio, fue reproducido con informaciones y datos de Costa Rica, dejándolo, por lo tanto, con el perfil de las condiciones del mercado del país (Magera, 2006).

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1 AREA BAJO ESTUDIO

El Distrito de Orosi se encuentra ubicado en el Cantón Paraíso de la Provincia de Cartago. Este distrito pertenece a la gran área metropolitana, excepto la parte sur de Orosi donde se encuentra la reserva forestal de Río Macho, que ocupa el 42% del total de la superficie, y el parque nacional Tapantí, con el 14%, de la extensión territorial del cantón de Paraíso; destinadas a la protección de bosques, cuencas hidrográficas, así como la fauna y la flora. (Municipalidad de Paraíso, 2013).

De acuerdo al Instituto de estadística y censo (INEC), en el año 2011, Orosi contó con una población aproximada de 9 295 habitantes en todo el distrito, y 4 494 habitantes en Orosi Centro, con un total de 1 176 viviendas, además de acuerdo con los registros de la municipalidad de Paraíso, Orosi Centro posee un total de 216 patentes entre pulperías, bazares, tiendas, ventas de licores, salas de belleza, sodas, supermercados, talleres, etc. De acuerdo al Plan municipal de gestión integral de RS de Paraíso en el 2013, la producción per-cápita correspondió a 0,5 Kg/habitantes/ día para el año 2010, considerando una población de 57 437 habitantes. Además se calcula que la generación total de residuos al día sería de 28 718 kg (Municipalidad de Paraíso, 2013).

Respecto de la frecuencia de recolección y cobertura la Municipalidad de Paraíso, brinda servicio de recolección de residuos a un 80% de la población, según los técnicos municipales, excepto a las zonas altas y remotas de Orosi y Cachí. Sin embargo, en Orosi Centro la cobertura de recolección es de un 100% y las rutas de recolección para este sector se hace 2 veces por semana. La disposición final de los residuos que son recolectados se lleva a cabo en el Relleno Sanitario Los Pinos, ubicado en Las Cóncavas en el Distrito de Dulce Nombre, propiedad de la compañía WPP. Por parte de la Municipalidad de Paraíso se depositan en este relleno por año un aproximado de 9 600 toneladas (Municipalidad de Paraíso, 2013).

El distrito de Orosi cuenta con la Asociación de Desarrollo Integral de Orosi (ADI-Orosi) para la atención de múltiples necesidades comunales. Ésta actúa como común denominador, para

lograr enlazar y coordinar las tareas y programas necesarios en la atención de problemas, siendo el interlocutor, promotor y propulsor de soluciones, liderando la ejecución de los proyectos y programas, y finalmente, fiscalizando los resultados finales. Por esto, ante las carencias de orden comunal en relación con los RS y el ambiente en general, la ADI Orosi se encuentra en la elaboración del Plan para el desarrollo integral sustentable de Orosi, PDIS. (ADI-Orosi, 2013).

Como parte fundamental de este programa La ADI-Orosi pretende la instalación de un Centro de recuperación de residuos valorizables, el cual deberá someterse a evaluación para determinar su viabilidad económica y ambiental. La creación del centro tiene como propósito el aprovechamiento de los residuos desde la perspectiva de oportunidad y posibilidades de obtener recursos económicos orientados a personas de condición social vulnerable, y también de contribuir en la creación de conciencia ambiental y el manejo adecuado de los RS de la comunidad.

Se seleccionó la zona de Orosi Centro para realizar el estudio. Por contar ésta con una dinámica social y económica representativa del distrito. La característica de ser una zona pequeña con concentración de actividades económicas y poblacionales facilitó el estudio. Según el último censo del INEC (2011), más del 49 por ciento de la población del distrito de Orosi se encuentra ubicado en esta área, otra razón que refuerza la selección de la zona. En la Figura 3.1 se muestra el mapa de la zona en la que se realizó el estudio



**Figura 3.1. Cuadrante Urbano de Orosi Centro.**  
Fuente: (Municipalidad de Paraíso, 2014)

### 3.2 ESTUDIO DE GENERACIÓN Y COMPOSICIÓN DE REISIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS Y COMERCIALES.

Con el objetivo de obtener información y realizar el diagnóstico de la situación actual, se llevó a cabo la realización de encuestas de opinión que se aplicaron en diversos contextos (Anexo 8.4.). Dichas encuestas se basaron en la propuesta por el Ministerio de Salud para estudios de generación y composición de RS (Anexo 8.11), así como en información que se

consideró de interés para este estudio en particular. Además, se recolectó otro tipo de información localizada en documentos y registros públicos, se analizaron estudios anteriores del manejo de residuos en el territorio nacional y en Latinoamérica. En coordinación con la Asociación de Desarrollo de Orosi se realizó el estudio en los meses de Junio, Julio y Agosto del 2014.

Para la implementación del estudio de generación y composición de residuos sólidos el diseño experimental se basó en el aprobado por la Ley 8839, esto con el fin de darle un sustento normativo y técnico al procedimiento, denominado: “*Metodología para Estudios de Generación y Composición de Residuos Sólidos Ordinarios*” (Anexo 8.11). Sin embargo se implementaron diversas modificaciones con el propósito de adaptarla a las recomendaciones de estudios previos realizados bajo esta metodología y a los recursos con los que se contaba, entendiéndose capital humano y vehículo para el transporte de residuos.

Para la realización del estudio de generación y composición no se involucró especialmente a la municipalidad de Paraíso debido que la decisión de la ADI-Orosi, fue buscar la colaboración del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), sin embargo la municipalidad estuvo en completa disposición de brindar ayuda en la búsqueda de información, así como en aspectos relacionados a la recolección de las bolsas muestreadas luego de realizarse el estudio.

Una de las modificaciones consistió, en que si bien, previo al muestreo se debe informar a la población, especialmente a las casas seleccionadas para la toma de las muestras, en este caso en particular se decidió no informar con el propósito de evitar una afectación al comportamiento respecto de la generación de residuos, ya sea que generen menor o mayor cantidad, o bien que los habitantes saquen residuos que tengan acumulados; acciones que pueden ocurrir de manera consciente o inconsciente. Por lo tanto no fue necesario considerar el porcentaje de “no respuesta”, el cual se aplica en el caso de no encontrar residuos en las viviendas o comercios seleccionados. La cantidad de viviendas y comercios a muestreada se detalla en el Cuadro 3.1.

**Cuadro 3.1. Cantidad de viviendas y comercios a muestrear**

Área en estudio	Tamaño de la muestra (n)		
	Sin Considerar el porcentaje de “no respuesta”	Considerando el porcentaje de “no respuesta”	Viviendas/ comercios muestreados
Habitacional	124	155	130
Comercial	36	45	36

En el Anexo 8.1 se detalla más a fondo la metodología aplicada para la realización del estudio, tomando en cuenta aspectos como la estratificación, las rutas y el periodo de muestreo y las modificaciones realizadas a la metodología del reglamento N°37745.

### 3.3 DISEÑO Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONÓMICO Y AMBIENTAL PARA EL CENTRO DE ACOPIO DE OROSI

El diseño del centro de recuperación se fundamentó en la legislación ambiental y de seguridad laboral vigente, específicamente el Reglamento general de seguridad e higiene de trabajo y al Reglamento de Centros de Recuperación de Residuos Valorizables. Otros aspectos a tomar en cuenta para establecer las dimensiones aptas para el manejo de los residuos en el centro corresponden a:

- El tamaño del terreno.
- Generación per cápita.
- Generación por categoría de residuos.
- Peso específico de residuos a recuperar.
- Porcentaje de recuperación, porcentaje que separan residuos para su posterior aprovechamiento.
- Tiempo de rotación.

Posteriormente se procedió a la distribución de las diferentes áreas y módulos de acuerdo a los requerimientos de los clientes y al aprovechamiento óptimo del espacio. El diseño del centro de recuperación se realizó con el programa Floorplanner, el cual permite crear planos interactivos en línea (Floorplanner, 2014).

Para la realización de estudio de factibilidad económica se utilizó la planilla del “Manual para la definición de un modelo tarifario para la gestión municipal de Residuos Sólidos” específica para Centros de Recuperación de residuos Valorizables” (Anexo 8.11), elaborada por el Programa CYMA, la cual considera aspectos tanto de inversión como de operación.

Respecto de los montos monetarios de los diferentes bienes se procedió consultar vía telefónica o correo electrónico la cotización de los mismos (Anexo 8.10), sin embargo en la mayoría de los casos se utilizó los valores por defecto que proporciona la planilla, estos corresponden a valores estimativos basados en la experiencia del consultor y en proyectos similares (CYMA, 2012b), su última actualización se realizó en el año 2012.

Respecto de los salarios se utilizó la lista de salarios mínimos del Ministerio de trabajo para el periodo del segundo semestre 2014 y el porcentaje de cargas sociales de la Caja Costarricense de Seguro Social (C.C.S.S) para el cálculo de los mismos. Es importante considerar para el tipo de cambio del dólar el cual corresponde a  $\text{¢}545$  la compra y  $\text{¢}535$  la venta.

Sobre el terreno, basados en el mapa de valores de terreno se asignó un valor en relación con la dimensión requerida. Para la infraestructura, una vez obtenidas las dimensiones y distribución del Centro, utilizando el “Manual de Valores Base Unitarios por Tipología Constructiva” del Ministerio de Hacienda y se asignó un precio a cada una de las áreas del Centro de recuperación. (Ministerio de Hacienda, 2013)

Por último para los cálculos referentes a la viabilidad ambiental, se utilizó el software verde 1.5, provisto por el Ministerio de Salud, actualizado al año 2007 (Anexo 8.11), el cual considera la materia prima, energía y agua al comparar la pérdida y ahorro de la fracción de residuos que se pretenden aprovechar con aquellos que no serán recuperados.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 ENCUESTAS APLICADAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO.

Para obtener información respecto al comportamiento en las viviendas y comercios en relación a la generación y composición de los RS, así como aspectos claves para el desarrollo del plan de muestreo, se aplicaron encuestas en los comercios y viviendas a muestrear.

#### 4.1.1 VIVIENDAS

##### 4.1.1.1 Pregunta 2. ¿Cuántas personas habitan la vivienda?

Con respecto del número de habitantes que habitan una vivienda, se encontró que el ámbito es bastante amplio, ya que va desde 1 hasta 11 habitantes por vivienda, sin embargo el mayor número de habitantes por viviendas es de 5 con un porcentaje del 25% de los casos, como se muestra en la Figura 4.1.

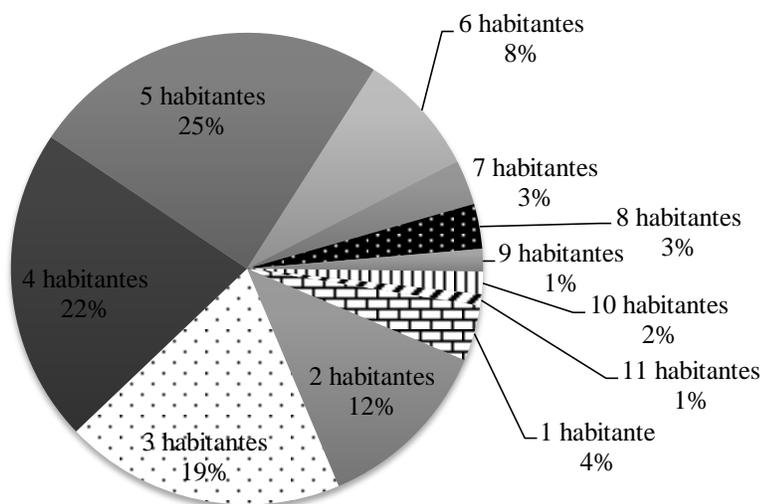


Figura 4.1. Número de habitantes por vivienda

Esta pregunta resultó importante para el estudio de generación y composición de RS ya que permitió calcular el promedio de habitantes por vivienda, el cual fue de 4,3. Al comparar éste con el promedio determinado por el INEC en el año 2011, el cual se calculó dividiendo el

número total de habitantes entre el número total de viviendas en Orosi centro, correspondiente a 3,8 habitantes/vivienda. Promediando ambos resultados se puede hablar de 4 habitantes por vivienda. Por lo tanto, este dato fue el utilizado en el cálculo de la generación per cápita

**4.1.1.2 Pregunta 3. ¿En qué tipo de recipiente dispone los residuos generados para ser recolectados?**

Con respecto del tipo de materiales en los que son depositados los residuos para su posterior recolección, la mayor cantidad de personas expresaron que lo realiza en bolsas nuevas, mientras que en un menor porcentaje utilizan bolsas usadas, sacos, cajas de cartón y realiza quemas, como se detalla en el Cuadro 4.1

**Cuadro 4.1. Tipos de recipientes en los que se disponen los residuos generados por las viviendas para que sean recolectados.**

<b>Tipo de recipiente</b>	<b>Valor absoluto</b>	<b>Porcentaje</b>
Bolsas nuevas	119	92%
Bolsas usadas	16	12%
Sacos	5	4%
Cajas de cartón	2	2%
Otros: Quemados	1	1%

**4.1.1.3 Pregunta 4. ¿A qué hora saca los RS para su recolección?**

Para realizar un estudio de generación se debe saber cuál es la hora para iniciar el muestreo tomando en cuenta que los residuos hayan sido sacados de las viviendas y que no hayan sido, aún, recolectados por la municipalidad, por lo tanto conocer la hora a la cual los residuos son puestos en el sitio para su recolección es básico. Con respecto del Cuadro 4.2, la mayor parte de la población saca las bolsas de residuos entre las 6:00 am y 6:30 am. Por lo que a esta hora se inició con el proceso de recolección de muestras. En la siguiente figura se muestran las horas habituales en las que son sacadas las bolsas de residuos.

**Cuadro 4.2. Hora a la que sacan los RS en las viviendas para su recolección**

<b>Hora</b>	<b>Valor absoluto</b>	<b>Valor relativo</b>
04:00-4:30 a.m.	1	1%
5:00-5:30 a.m.	22	17%
6:00-6:30 a.m.	85	65%
07:00 a.m.	3	2%

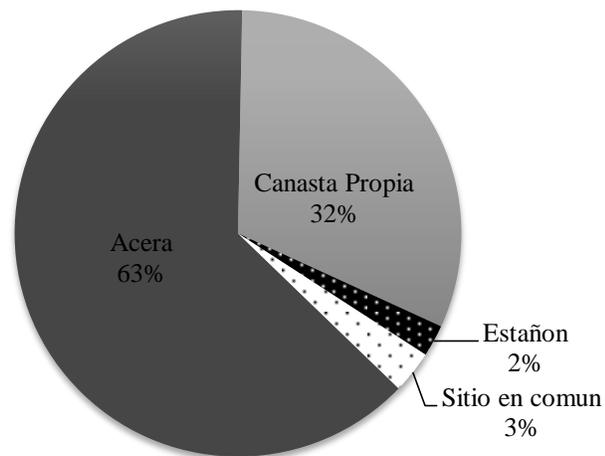
Continuación del Cuadro 4.2

<b>Hora</b>	<b>Valor absoluto</b>	<b>Valor relativo</b>
Noche anterior	19	15%
<b>TOTAL</b>	<b>130</b>	<b>100%</b>

#### **4.1.1.4 Pregunta 5. ¿Dónde coloca los residuos para la recolección municipal?**

Otro punto importante que se debe conocer la hora de realizar el muestreo de los residuos es determinar el sitio de disposición de las bolsas donde se depositan los residuos para la recolección, en general las viviendas colocan sus residuos frente a la acera con un porcentaje de 63%, seguido de un 32% de los casos donde los residuos son colocados en canasta propia (Figura 4.2).

Es importante destacar que si bien solamente en 3% de las viviendas afirmó colocar los residuos en un sitio en común, en la realidad al realizar el muestreo se observó que las personas los colocaban en donde hubieran residuos apuñados en la acera.

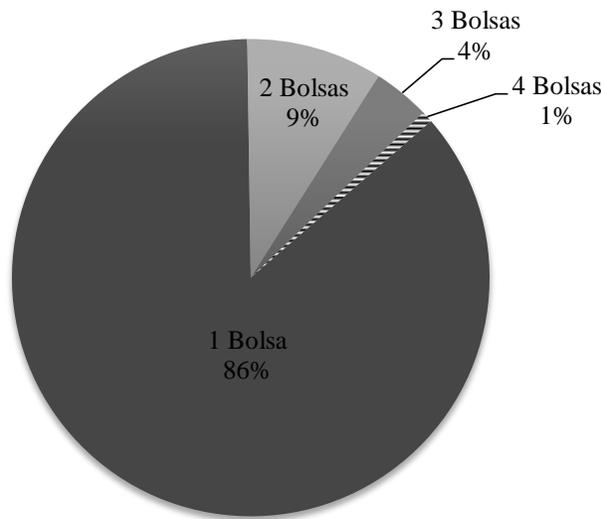


**Figura 4.2. Sitio de colocación de los residuos previo a su recolección en las viviendas.**

**4.1.1.5 Pregunta 6. ¿Cuántas bolsas de residuos se generan para los días de recolección?**

Como se mencionó en el apartado anterior algunas viviendas colocan los residuos mezclados con los procedentes de otras viviendas, por este motivo es importante determinar el número de bolsas de residuos que se generan los días anteriores y que son sacados previamente cada día de recolección, para realizar una estimación de la cantidad de bolsas que representen una vivienda.

Para el caso particular del área en estudio en el 86% de las viviendas se genera solamente 1 bolsa de basura, y un bajo porcentaje aseguró utilizar 2, 3 o 4 bolsas, como se aprecia en la Figura 4.3



**Figura 4.3. Numero de bolsas de residuos que se generan para los días de recolección en las viviendas.**

Cabe destacar que adicionalmente a esta pregunta se consultó el tamaño de bolsas que utilizan para tener una idea del tamaño de bolsa que se debía muestrear, a lo que casi la totalidad de las viviendas respondió que tamaño Grande, de 76 cm x 61 cm. Por lo anterior se procedió a tomar solamente una bolsa tamaño grande en el caso de que se presentaran las situaciones anteriormente citadas

#### 4.1.1.6 Pregunta 7. ¿Separa los residuos para su posterior reciclaje?

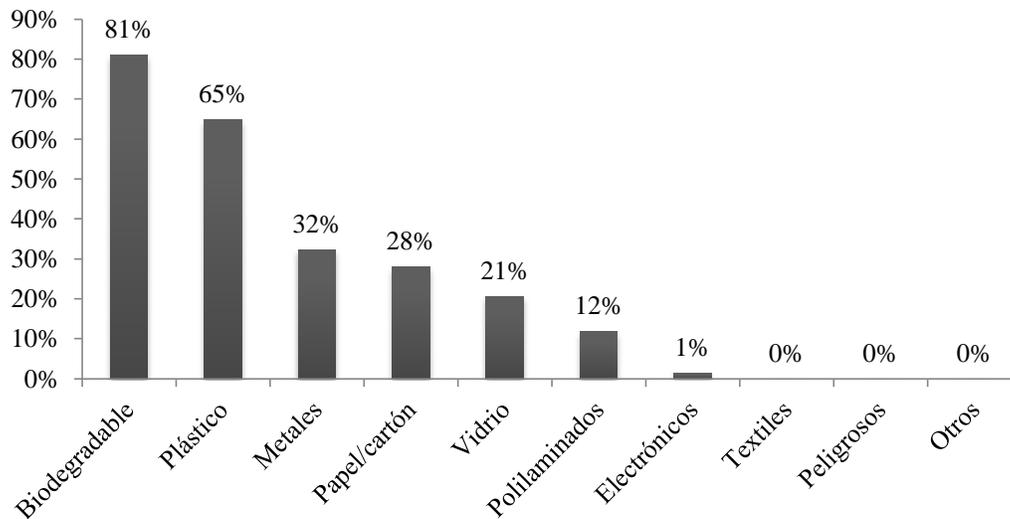
Es de vital importancia determinar si en la comunidad se lleva a cabo la separación de los residuos para su posterior reciclaje con el objetivo de tener una idea de la disposición que se les da en el área de estudio, además permite identificar alguna conducta particular que pueda ofrecer una respuesta frente a un comportamiento anómalo en el estudio de generación y composición de residuos. A continuación se muestra la cantidad de viviendas que llevan a cabo el proceso de separación de residuos

Como se puede apreciar en la Figura 4.4 un 52% de las viviendas separan los residuos contra un 45% que no llevan a cabo dicha separación para ser llevados a un lugar para reciclaje; Sumado a esto un pequeño porcentaje si realizan el proceso de separación sin embargo no llevan los residuos a un centro de acopio o algún otro punto de aprovechamiento. Dichos residuos separados son recolectados por el camión municipal.



Figura 4.4. Porcentaje de separación de RS en las viviendas de Orosi Centro para su aprovechamiento.

De las viviendas que realizan la separación, incluyendo las que no reciclan, se identificaron los residuos que son seleccionados obteniendo los resultados de la Figura 4.5.



**Figura 4.5. Tipos de residuos separados según las viviendas encuestadas.**

Los encuestados que realizaron la separación respondieron que el principal residuo que separan son los orgánicos seguido del plástico, los metales y el papel. Los residuos que obtuvieron un bajo porcentaje de separación fueron el vidrio, los poli-laminados y los residuos electrónicos. Las categorías como otros, textiles y peligrosos no son separados. El hecho de que el mayor porcentaje de residuos separado corresponda a orgánicos es debido a que son aprovechados como alimento para los animales de la zona, chanchos, gallinas, perros, y de más animales de granja, así como abono para jardines o cultivos. El resto de los residuos separados son recolectados en su mayoría en el punto de generación lo que facilita el proceso y compromiso de la población.

Dentro de los sitios donde son llevados los residuos para su aprovechamiento se mencionaron: el Tecnológico de Costa Rica (TEC), Centro de Acopio de la Escuela de Palomo, Wal-Mart Cartago, la Iglesia católica de Orosi, Escuela de Orosi Centro, además existe una persona que se llevan los residuos orgánicos a una granja porcina a la cual le entregan dichos residuos y otra persona que se lleva los metales y el plástico. En algunos hogares se utilizan los residuos orgánicos como abono en los jardines y alimento para mascotas.

#### 4.1.1.7 Pregunta 8. ¿Cómo considera el servicio de recolección de residuos que ofrece la municipalidad?

El sistema de recolección municipal es un punto significativo dentro de un sistema de gestión integral de residuos, por lo que conocer la opinión de los usuarios sobre este servicio es de vital importancia para determinar oportunidades de mejora.

En la mayoría de las viviendas la población opinó que el sistema recolección es excelente o bueno, mientras que un pequeño sector opina que es aceptable o regular, esto porque expresaron disconformidad, como se aprecia en la Figura 4.6. Esta disconformidad se debe principalmente al hecho de que a la hora de que el personal realiza la recolección dejan basura esparcida en las aceras y calles, además expresaron que no se brinda el servicio de recolección diferenciada de los residuos recuperables para su reciclaje.

Por otra parte, la disconformidad es debida también a que el camión recolector a la hora de compactar los residuos deja el lixiviado expuesto en las calles generando malos olores e insectos.

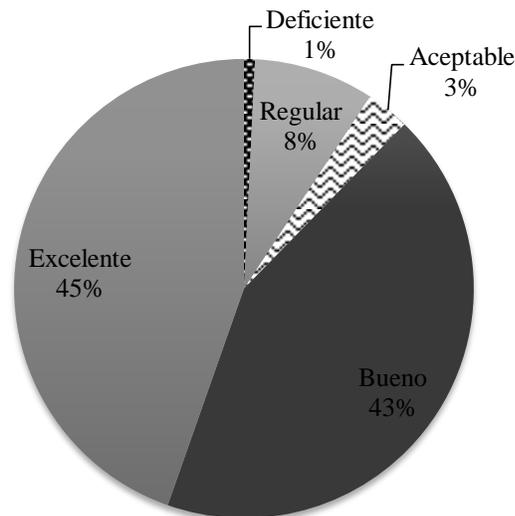
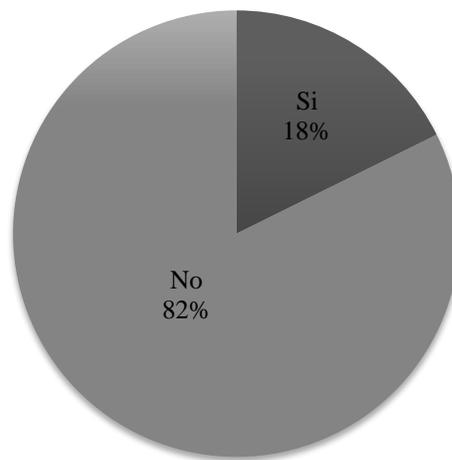


Figura 4.6. Opinión sobre el servicio de recolección de residuos que ofrece la municipalidad en las viviendas.

#### **4.1.1.8 Pregunta 9. ¿Ha recibido capacitación en temas ambientales?**

Con respecto de la capacitación recibida por la población de Orosi Centro en relación con la temática ambiental la mayor parte de la población afirma no haber recibido ningún tipo de información o capacitación, por otro lado, un 18 por ciento si la recibió, tal y como se aprecia en la Figura 4.7. La población ha recibido capacitación en las escuelas, colegios, reuniones con la Asociación de Desarrollo de Orosi y en los lugares de trabajos



**Figura 4.7. Viviendas en las han recibido capacitación en temas ambientales.**

### **4.1.2 COMERCIOS**

#### **4.1.2.1 Pregunta 3. Cargo de la persona entrevistada.**

Conocer el cargo de la persona a la cual se le está aplicando la encuesta es importante ya que puede variar la información que esta conozca. En este caso, como se aprecia en la Figura 4.8, se entrevistó principales a empleados de los diferentes locales, lo cual representa un 58%, seguido de los dueños y por último administradores de local.

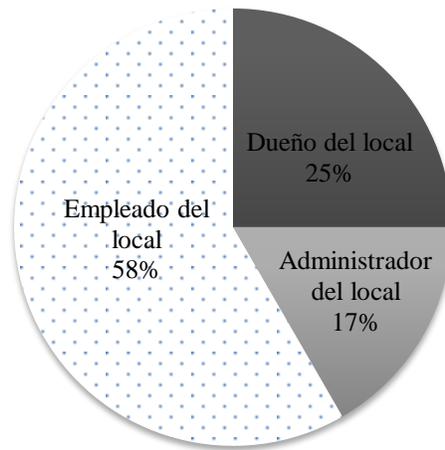


Figura 4.8. Cargo del personal entrevistado.

#### 4.1.2.2 Pregunta 4. ¿Cuántos empleados laboran en el negocio?

Con respecto del número de empleados que laboran en el negocio se encontró que el ámbito es bastante amplio, ya que va desde 1 hasta 60, sin embargo mayormente se encontró que en los comercios laboran entre una y dos personas, ya que son negocios pequeños principalmente familiares, como se aprecia en la Figura 4.9.

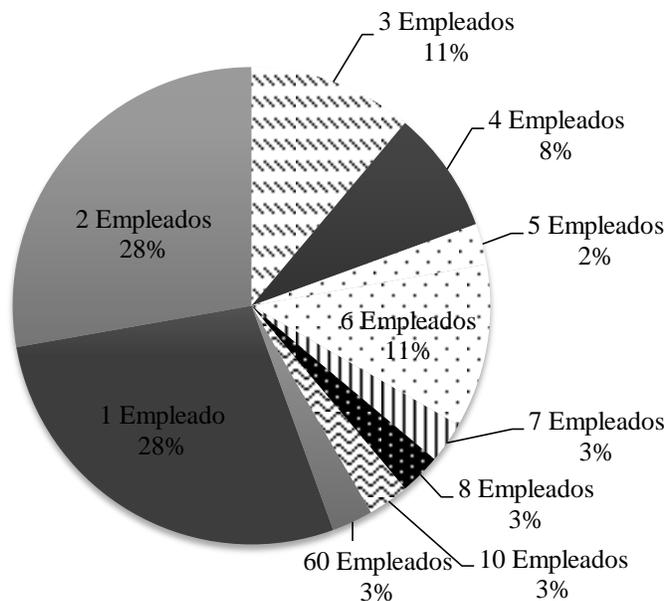
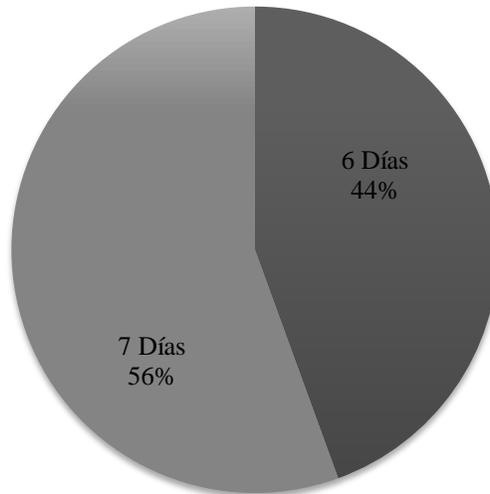


Figura 4.9. Cantidad de empleados por comercios.

**4.1.2.3 Pregunta 5. ¿Cuántos días a la semana permanece en funcionamiento el comercio?, ¿Cuál es el horario?**

Conocer los días en los cuales permanecen en funcionamiento los establecimientos es una parte importante del comportamiento de generación de RS. En Orosi centro los comercios abren entre 6 y 7 días por semanas, como se representa en la Figura 4.10.



**Figura 4.10. Días en que laboran los comercios de Orosi Centro**

El horario también es relevante en la generación de residuos, como se puede apreciar en el cuadro anterior los horarios de los comercios son muy diferentes, esto se debe principalmente a la naturaleza propia de las diversas actividades que se realizan en los establecimientos que existen en la zona, ya que van desde pulperías y restaurantes hasta talleres automotrices (Figura4.11).

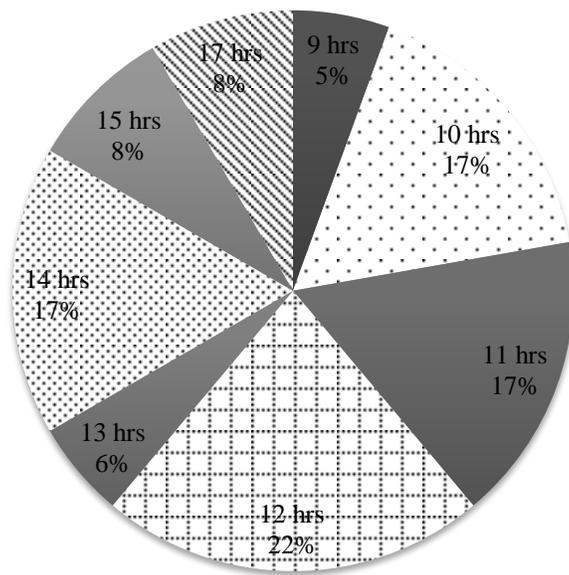


Figura 4.11. Horario de atención de los comercios.

**4.1.2.4 Pregunta 6. ¿En qué recipiente dispone los residuos generados para que estos sean recolectados?**

Se preguntó en los comercios respecto del tipo de materiales en los que son depositados los residuos para su recolección. Con los que se obtuvo los resultados mostrados en el Cuadro 4.3.

Cuadro 4.3. Tipos de recipientes en los que se disponen los residuos generados por los comercios para que sean recolectados

Tipo de recipiente	Valor absoluto	Valor relativo
Bolsas plásticas nuevas	29	83%
Bolsas plásticas usadas	4	11%
Sacos	3	9%
Cajas de cartón	1	3%
Otro	2	6%

Los resultados arrojaron que la mayoría utilizan bolsas nuevas y bolsas usadas, en porcentajes menores al 10% se utilizan sacos, estaciones sin bolsa y cajas de cartón.

#### 4.1.2.5 *Pregunta 7. ¿Dónde colocan los residuos para su recolección?*

Determinar el punto donde se colocan los residuos es importante a la hora de realizar el muestreo, esto para evitar confusión entre las bolsas de los comercios y las viviendas.

En los comercios un 44% utilizan estañones, esto por el volumen de residuos que generan, un porcentaje importante de 36% los colocan en la acera. Y en menor cantidad poseen canasta propia con un 11%, y un 8% coloca los residuos en un sitio en común.

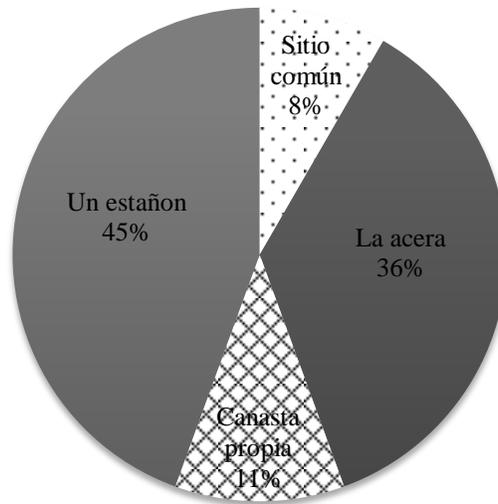
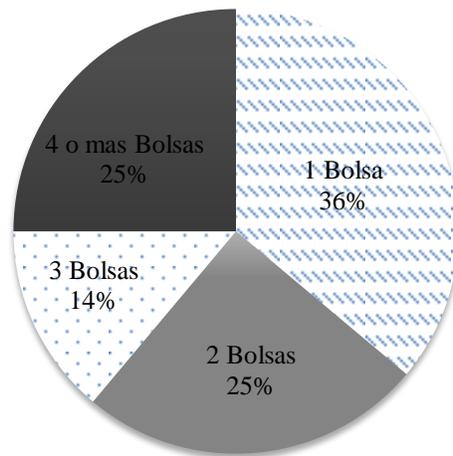


Figura 4.12. Sitio de colocación de los residuos previo a su recolección en comercios.

#### 4.1.2.6 *Pregunta 8. ¿Cuántas bolsas de residuos se generan para los días de recolección?*

Determinar el número de bolsas de residuos que se generan los días anteriores y que son sacados cada día de recolección es indispensable ya que en el caso de que se desconozca el comercio al que corresponde la bolsa, por motivo de que estas sean ubicadas en un sitio en común o que se agrupen en las aceras, se podría estimar la cantidad de ellas que representen una vivienda.

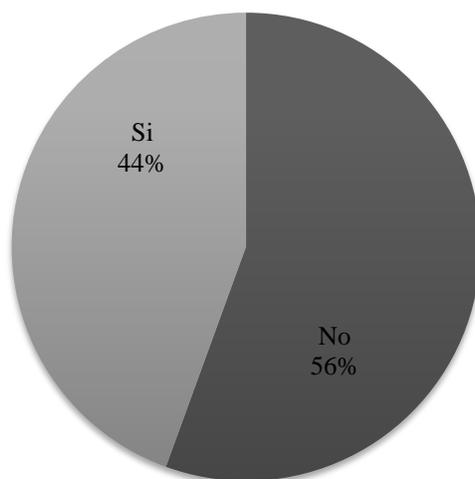


**Figura 4.13. Número de bolsas de residuos que se generan en los comercios para los días de recolección.**

Para el caso particular del área en estudio en el 36% de los comercios se genera solamente 1 bolsa de residuos, el cual representa el porcentaje mayor (Figura 4.13). Es importante destacar que las bolsas utilizadas corresponden a tamaño Grande, de 76 cm x 61 cm.

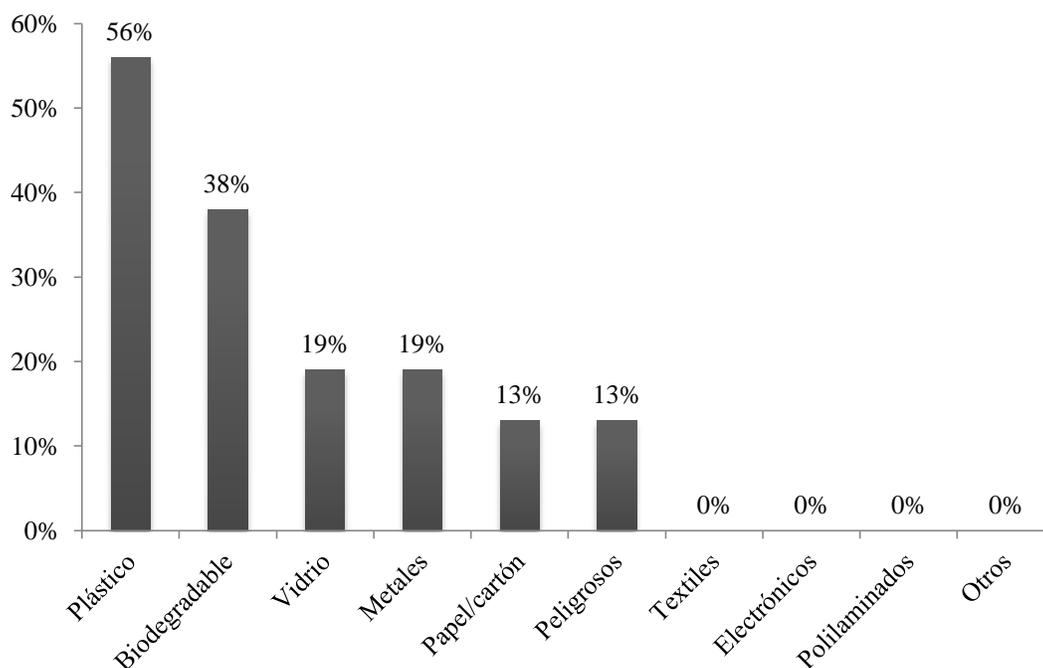
#### ***4.1.2.7 Pregunta 9. ¿Separan los residuos para su posterior reciclaje?***

Es muy importante determinar si en los comercios realizan la separación de los RS para ser llevados a un lugar para reciclaje. En la figura 4.14 se muestra la cantidad de comercios que llevan a cabo el proceso de separación de residuos:



**Figura 4.14. Separación de los RS para ser llevados a un punto de reciclaje en los comercios.**

La mayoría de los comercios no separan los residuos, sin embargo un porcentaje considerable sí llevan a cabo dicha separación para ser llevados a un lugar para reciclaje. Con respecto de los encuestados que respondieron, los cuales llevan a cabo la separación de los RS se consultó adicionalmente los tipos de residuos que separan, obteniendo los resultados descritos en la figura 4.15



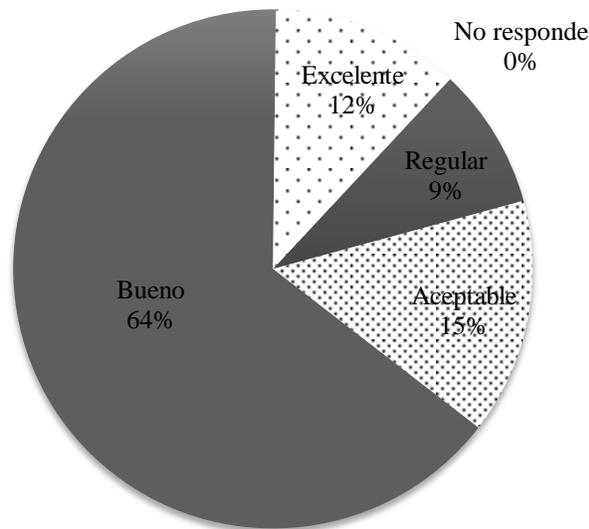
**Figura 4.15. Tipos de residuos separados según los comercios encuestados**

Se evidenció que mayoritariamente los encuestados respondieron que separan los plásticos y los orgánicos, de manera contraria se muestra que la minoría separa el vidrio, al igual que los metales, papel y cartón igualmente que los residuos peligrosos.

Dentro de los sitios donde son llevados los residuos para su aprovechamiento se mencionaron: centro de acopio de la escuela de Palomo, la iglesia de Orosi, además de una persona que se llevan los residuos orgánicos a una chanchera y otra persona que se lleva los metales y el plástico.

#### **4.1.2.8 Pregunta 10. ¿Cómo considera el servicio de recolección de residuos que ofrece la municipalidad?**

Como se mencionó anteriormente conocer la opinión de los usuarios sobre este servicio es de vital importancia. Por lo tanto en la figura 4.16 se indica cómo consideran los encuestados el servicio brindado.



**Figura 4.16. Opinión sobre el servicio de recolección de residuos que ofrece la municipalidad en los comercios.**

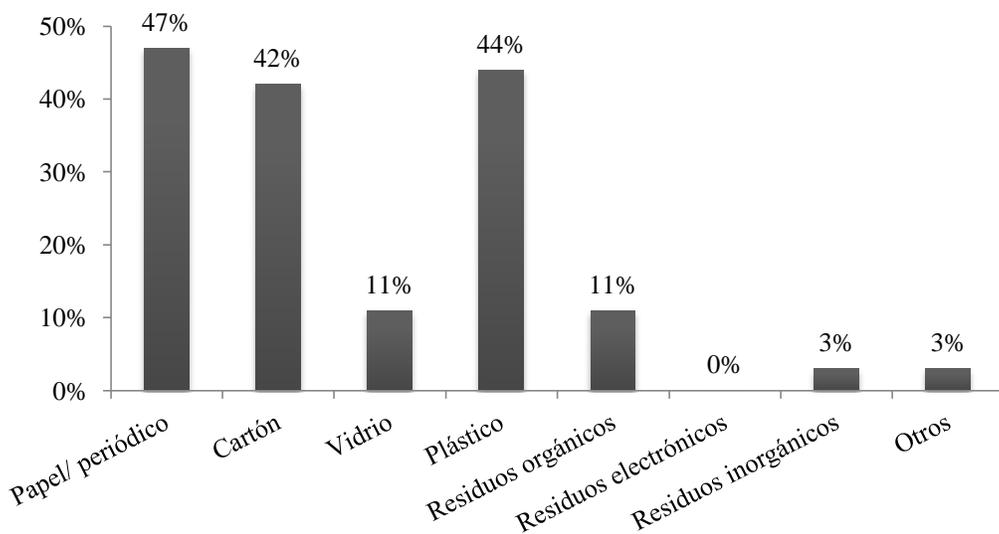
En la mayoría de los comercios los encuestados opinaron que el sistema de recolección es bueno, mientras que un porcentaje menor expresó que es excelente. Sin embargo una buena porción opina que el servicio es aceptable con un 14%, y regular con un 8% de los encuestados totales. Al igual que en las encuestas aplicadas a las viviendas los motivos de la disconformidad

están ligados principalmente con el hecho de que a la hora de que el personal realiza la recolección dejan basura dispersa en las aceras y calles, otra queja es que no se brinde el servicio de recolección diferenciada de los residuos para su reciclaje, y que la compactadora a la hora de compactar los residuos dejaba el lixiviado en las calles generando malos olores e insectos como se mencionó antes.

**4.1.2.9 Pregunta 11. De la siguiente lista ¿Cuáles residuos se generan en su local, cuál es el que se produce en mayor cantidad?**

El tipo de RS que mayormente se generan en los diversos establecimientos determina la composición de los residuos en el área en estudios. En la Figura 4.17 se muestran los residuos que de acuerdo con los encuestados se generan con mayor cantidad en los comercios.

El papel, cartón y plástico encabezan la lista con más de un 40%, tanto el vidrio como los residuos orgánicos según los encuestados son generados en menor cantidad en ambos casos con un 11%, como se aprecia en la siguiente figura

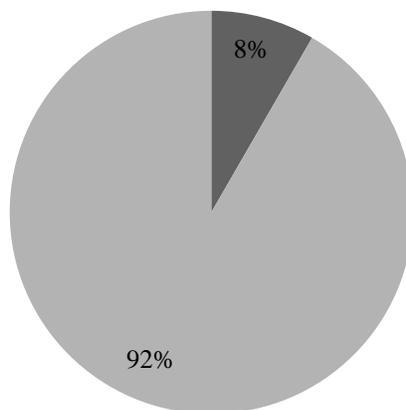


**Figura 4.17. Residuos de mayor generación en los comercios de Orosi centro**

**4.1.2.10 Pregunta 12. ¿Ha recibido capacitación en temas ambientales?**

Se preguntó a los encuestados sobre si han recibido o no capacitación en los comercios en relación con la temática ambiental, en este aspecto, la mayor parte de las personas que trabajan

en los comercios afirma no haber recibido ningún tipo de información, por otro lado solamente un 8 por ciento si ha recibido capacitación, tal y como se aprecia en la Figura 4.18.



**Figura 4.18. Número de comercios en las han recibido capacitación en temas ambientales**

## 4.2 GENERACIÓN Y COMPOSICIÓN DE LOS RS EN LA COMUNIDAD DE OROSI CENTRO

La generación y composición de los RS suele venir de la mano con las costumbres y conductas de la zona en estudio, por lo que al relacionar estrechamente estas variables permite dar sustento a las variaciones en el comportamiento, en cuanto a la generación y composición, en diferentes puntos del país. De esta manera, en esta sección se describe los resultados que podrían servir de ejemplo de la generación y composición de RS en otras zonas de tipo rural del país.

### 4.2.1 Generación de los RS.

Se logró determinar la producción per cápita de RS en Orosi centro, la cual corresponde a 0,56 kg/habitantes/día. En la Figura 4.19 al comparar los resultados con los obtenidos en el Duodécimo informe del Estado de la Nación en desarrollo humano Sostenible (2006), donde la generación per cápita en zonas rurales semiurbanas es de 0,8 kg/persona/día se puede apreciar que el resultado obtenido es bastante bajo con respecto del descrito en el Estado de la Nación.

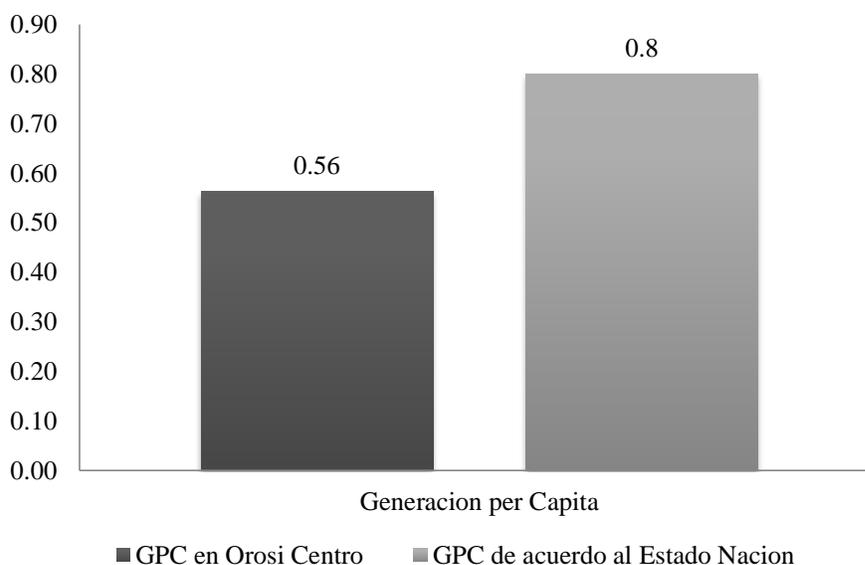


Figura 4.19. Generación per cápita práctica y teórica en kg/habitantes/ día

Entre los diversos motivos por lo cual existe esta gran diferencia entre los datos presentados, se destaca las costumbres de las personas en el manejo de los RS de la zona. En la encuesta realizada en este estudio, específicamente en la pregunta número 7, ¿Separa los

residuos para su posterior reciclaje?, un porcentaje muy alto de la población afirma separar los residuos para darles algún tipo de aprovechamiento. Además, es importante señalar que del 52 % de las viviendas que separan los residuos, un 81% separan y aprovechan los residuos orgánicos para utilizarlos como abono o como comida de animales, los cuales representan uno de los tipos de residuo que mayor peso aportan a la muestra. Adicionalmente también son aprovechados el papel y cartón, los plásticos, el vidrio y los metales lo que resta masa de residuos que son dispuestos para la recolección municipal. Por lo que esto justifica que la generación per cápita en la comunidad de Orosi no se ajusta al promedio reportado en el Estado de la Nación.

Como se mencionó anteriormente, un alto porcentaje de personas reciclan o aprovechan los residuos, dato obtenido a través de la metodología aplicada en este estudio, ofrece una información más precisa y acorde con la realidad de la comunidad rural actual. Este mismo comportamiento se observó tanto en el área comercial como en la residencial. En cuanto a la cantidad de RS de la comunidad de Orosi centro según la cantidad total de personas del área en estudio y la generación per cápita se estimó que se produce un total de 2 516 kilogramos diarios de RS.

La municipalidad no cuenta con datos específicos sobre la cantidad de RS que se recolectan en el distrito de Orosi, ya que, la información que manejan es de todo el cantón de Paraíso.

Ya que este documento tiene como objetivo el diseño de un centro de acopio, es importante mencionar la generación per cápita de los residuos de metal, poli-laminados, vidrio, plástico, papel y cartón, al ser estos los materiales que se pretenden aprovechar en el centro de recuperación de Orosi Centro, el cual corresponde a 0,24 kg/habitantes/día.

Con respecto del análisis estadístico, la desviación estándar del muestreo realizado en las viviendas se obtuvo como resultado un 0,056 kg/habitantes/día, el motivo por el cual es tan bajo este valor es porque el muestreo fue muy homogéneo en cuanto a los resultados obtenidos por los pesos de las diferentes muestras (Bolsas de residuos).

En los comercios, donde la desviación estándar corresponde a 1,52 kg/habitantes/día, en dicha muestra, la variación fue grande debido a que la naturaleza de los comercios varía mucho, en el tipo de actividad que se realizan. Pueden encontrarse, por ejemplo establecimientos comerciales que van desde pulperías, bares y restaurantes hasta librerías, talleres automotrices, ferreterías, entre otros.

#### 4.2.2 Composición de los RS

Mediante la clasificación de los RS en cada categoría se determinó la composición en viviendas y comercios. La Figura 4.20 representa la composición de los RS en las viviendas donde se observa como el mayor porcentaje de generación lo poseen los residuos orgánicos, seguidos de la categoría otros residuos, plástico, textiles, vidrio, poli-laminados, metales, papel y cartón y por último los residuos electrónicos.

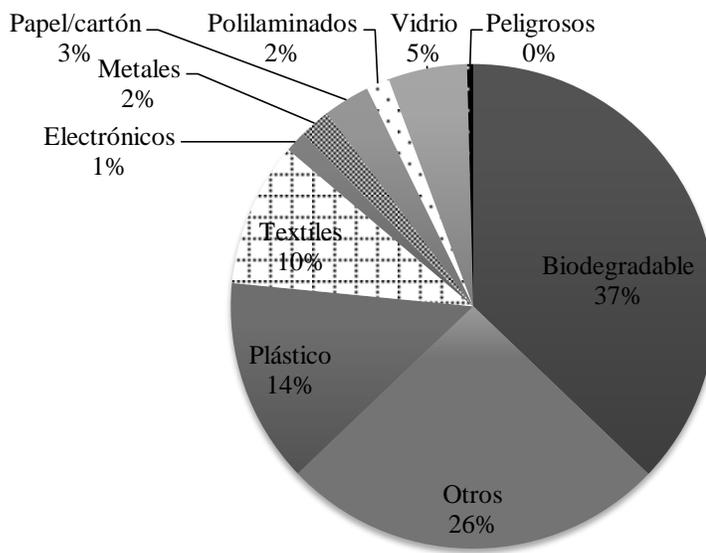


Figura 4.20. Composición de los RS por categoría en viviendas

En el caso de los comercios (Figura 4.21) el principal residuo generado corresponde a papel y cartón, seguido de orgánicos, vidrio y plástico, para el resto de las categorías los porcentajes son muy bajos.

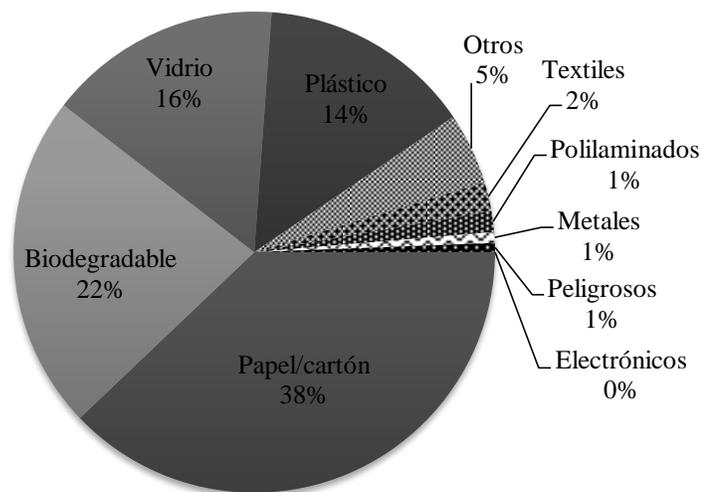


Figura 4.21. Composición de los RS por categoría en comercios

En la Figura 4.22 se observa el promedio de la composición para las áreas residencial y comercial.

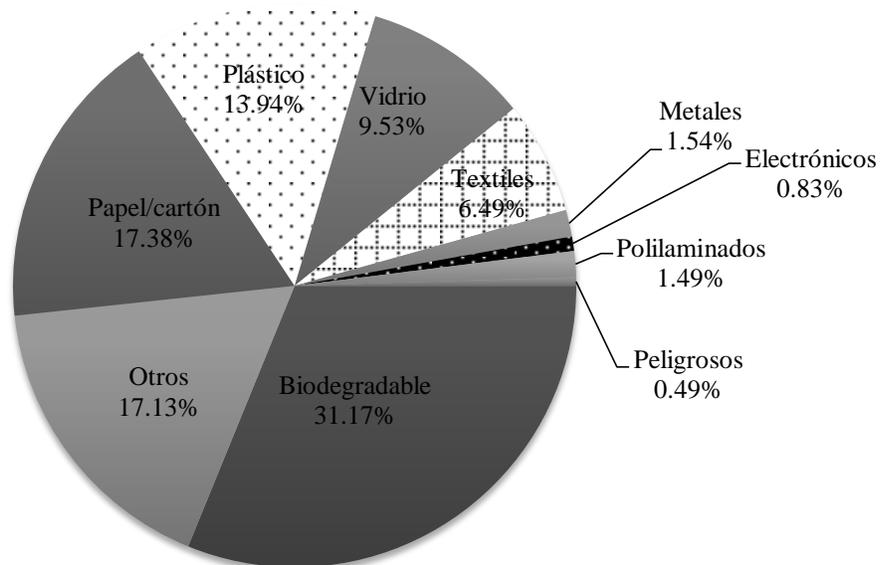


Figura 4.22. Composición promedio de los RS en Orosi Centro

La categoría de RS que se generan en mayor proporción son los biodegradables con el 31.17%, seguido por el papel y cartón con el 17.38% y luego de la categoría Otros con un 17.13%.

**Cuadro 4.4. Comparación de porcentajes de RS por categoría**

<b>Categoría principal</b>	<b>Orosi centro</b>	<b>Municipalidad de Goicoechea*</b>	<b>Duodécimo informe del Estado de la nación*</b>
Orgánicos	31%	42%	63%
Plástico	14%	11%	2%
Papel/cartón	17%	18%	6%
Vidrio	10%	3%	1%
Metales	2%	2%	0.1%
Textiles	6%	3%	-
Poli-laminados	1%	1%	-
Peligrosos	0%	3%	-
Electrónicos	1%	0%	-
Otros	17%	18%	27%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

\*Fuente: (Elizondo et al., 2011; Soto, 2006)

Sobre el Cuadro 4.4, al realizar una comparación entre los resultados anteriores con los obtenidos en los estudios realizados en la municipalidad de Goicoechea, y el Duodécimo informe del Estado de la Nación, el de mayor generación, es el de los residuos orgánicos. Se puede observar también una clara diferencia entre ellos ya que en Orosi Centro el 31% de los residuos que se generan según el estudio son orgánicos, en comparación con el 63% que expone el Duodécimo informe del estado de la nación y el 42% de la municipalidad de Goicoechea. Esto se explica, por el alto porcentaje de aprovechamiento de este residuo en la comunidad; donde un 81% de viviendas y un 38% de comercios reutilizan los residuos orgánicos en otra actividad como el uso en abono para las plantas del jardín.

Respecto del resto de las categorías, su comportamiento se asemeja mucho a los resultados obtenidos en la Municipalidad de Goicoechea, porque se puede concluir que es igual a lo esperado, a excepción del vidrio y textiles.

Para la realización del diseño del centro de recuperación de residuos sólidos es indispensable determinar la proyección de residuos generados por categoría en comercios y viviendas para obtener un promedio de la generación en toda la comunidad, por lo que en el Cuadro 4.5 se reportan las cantidades en kilogramos al día de residuos, por categoría.

**Cuadro 4.5. Generación de RS por categoría en kilogramos por día**

<b>Categoría</b>	<b>Viviendas</b>	<b>Comercios</b>	<b>Total generado</b>
Biodegradable	551,10	233,31	784,41
Otros	381,30	49,89	431,19
Plástico	202,65	148,23	350,89
Textiles	143,25	20,15	163,40
Electrónicos	20,91	0,00	20,91
Metales	31,06	7,57	38,63
Papel/cartón	45,76	391,66	437,42
Poli-laminados	23,07	14,40	37,46
Vidrio	77,81	162,15	239,96
Peligrosos	6,11	6,25	12,37
<b>Total</b>	<b>1483,02</b>	<b>1033,62</b>	<b>2516,64</b>

Como es de esperar los residuos orgánicos son los que más masa representan en el promedio de generación, sin embargo, y pese a que éstos son los que mayor problemática generan, la asociación de desarrollo solamente desea implementar en su Centro de recuperación de residuos valorizables, solamente el reciclaje de residuos como plástico, metales, poli-laminados, papel y cartón.

#### 4.3 DISEÑO DEL CENTRO DE RECUPERACIÓN DE RS

##### 4.3.1 Dimensionamiento del Centro de Recuperación

Una vez definidas las características y criterios de diseño, (sección 1.4.1) se procedió a realizar el dimensionamiento del Centro de recuperación, tomando en cuenta aspectos como la generación per cápita, generación por categoría de residuo, densidad de los residuos, porcentaje de recuperación y tiempo de rotación. A continuación se detallan esos y otros aspectos considerados en el diseño del centro de recuperación.

- 1. Tamaño del terreno:** La ADI-Orosi gestionó el financiamiento de un terreno de aproximadamente 250 m<sup>2</sup>, por lo que el diseño deberá ajustarse a esta dimensión dentro de lo posible.
- 2. Generación per cápita:** Como se mencionó en el capítulo anterior, para la zona de Orosi Centro la generación total obtenida después del estudio de composición es de 0,56 kg/habitantes/ día.
- 3. Generación por categoría de residuos:** corresponde a la mencionada en el capítulo anterior, sección 3.2.2.
- 4. Peso específico de residuos a recuperar:** Respecto de la densidad de los residuos utilizada para la determinación del área correspondiente a cada módulo se utilizaron los valores mencionados en el Cuadro 4.6.

Cuadro 4.6. Peso específico de los RS por categoría

Categoría del residuo	Peso específico (Kg/m <sup>3</sup> )
Papel y cartón	89
Plástico	65
Vidrio	196
Metal	160
Poli-laminados	50

Fuente: (Tchobanoglous, Theissen, & Eliassen, 1982)

- 5. Porcentaje de recuperación:** Se definió un porcentaje de recuperación de un 50%, esto tomando en cuenta dos condiciones:

- a. **Porcentaje de separación de residuos para su posterior aprovechamiento tanto en viviendas como en comercios:** como se mencionó en el Capítulo 4.1 un 52% de las viviendas y un 44% de los comercios separan los residuos para darles algún tipo de aprovechamiento. El caso particular de los plásticos, el papel y cartón son los residuos que mayormente se recuperan en la comunidad en un 39% y 42% de los casos, respectivamente. Por otro lado, el metal y el vidrio se recuperan en un 25% y 20%.
- b. **Un escenario optimista:** El escenario optimista de un porcentaje de recuperación del 50% se consideró para evitar un diseño muy ajustado en cuanto a sus dimensiones y contar con un área de amortización en el caso de que ingresaran más residuos de los pronosticados al centro de acopio.
- 6. Tiempo de rotación:** Se determinó un tiempo de rotación de 15 días, para el caso del papel y cartón, plástico y vidrio, ya que estos materiales, representan los porcentajes de mayor generación y/o son los residuos más voluminosos, esto tomando en cuenta el terreno disponible y las condiciones de las empresas. Sin embargo, para el resto de las categorías de residuos a pesar de ocupar un menor volumen, su masa no es suficiente para que en 15 días puedan ser comercializados y obtener ganancia, por lo tanto para el metal y los poli-laminados se utilizó un criterio de un período de rotación de 60 días.

En el Cuadro 4.7 se muestran los kilogramos de residuos generados tomando en cuenta un porcentaje de aprovechamiento del 50% y el periodo de rotación asignado a cada categoría

**Cuadro 4.7. Generación de RS considerando el tiempo de rotación y el porcentaje de aprovechamiento en un 50%**

<b>Categoría</b>	<b>Generación de residuos (kg)</b>
Papel/cartón	3 280,6
Plástico	2 631,6
Vidrio	1 799,7
Metal	1 158,9
Poli-laminados	1 123,9
<b>TOTAL</b>	<b>9 994,8</b>

**7. Resumen de características de infraestructura acorde a la legislación vigente:** se consideraron las siguientes dimensiones:

**Cuadro 4.8. Dimensión acorde a las características establecidas en la legislación actual.**

<b>Característica</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Referencia</b>
Altura del Centro de recuperación	3 m	Reglamento de Centros de Recuperación de Residuos Valorizables, Artículo 8, publicado el 29 de Julio 2008
Altura de las estibas	2 m	
Distancia entre pasillos		Reglamento general de seguridad e higiene de trabajo, Artículo 17, publicado el 30 Abril 1980.
- Principal	1,5 m	
- Secundarios	1 m	
Área del trabajo por persona	2 m <sup>2</sup> / persona. Se consideró la contratación de 2 personas	Reglamento general de seguridad e higiene de trabajo, Artículo 14, publicado el 2 de enero de 1967.

Con el objetivo de contar con un Centro de recuperación acorde con las necesidades de la comunidad, las recomendaciones y las exigencias de la legislación este se dividió en las siguientes áreas y módulos:

- **Áreas de recepción y almacenamiento de material:** En este sitio se llevara a cabo la recepción de material y servirá como espacio de almacenamiento temporal de material sin procesar.
- **Área de trabajo:** En esta área se realizara el procesamiento de los materiales mediante la selección, clasificación y embalaje de los RS según las necesidades de aprovechamiento y comercialización, en esta área se ubicaran la romana de piso y la compactadora hidráulica.
- **Módulos por categoría de residuos:** Corresponde a un área para cada una de los residuos por categoría donde los materiales son almacenados de en forma separada y ordenada una vez que hayan sido procesados y quedaran a la espera de su comercialización.

- **Área administrativa:** Espacio para las funciones administrativas, con condiciones para la proteger los equipos administrativos, que requieren condiciones apropiadas de cuidado.
- **Área de sanitarios y aseo personal:** Si bien esta área debe ir acorde al número y sexo de los trabajadores, el diseño contara solamente con una ducha y servicio sanitario ya que el número de empleados no amerita la construcción de más áreas de este tipo.
- **Área de Parqueo: además de un espacio para el parqueo de vehículos es necesario** un andén para que los camiones parqueen en reversa con una altura de 1,20 m. También se requiere una rampa hacia el andén, desde la calle.

Por lo tanto, las dimensiones de cada una de las áreas y módulos se realizaron basándose en los criterios anteriores. Sin embargo, dado que el diseño se vio condicionado al terreno gestionado por la ADI-Orosi, con el objetivo de un diseño adecuado para los requerimientos de este centro en particular tanto los módulos y el parqueo como el terreno deberá ser más amplios; en el Cuadro 4.10 se detallan las dimensiones óptimas

**Cuadro 4.9. Dimensiones del Centro de Recuperación de RS**

Áreas y módulos	Dimensiones de terreno (m <sup>2</sup> )	
	Real	Ideal
Módulo de Papel y cartón	18,5	36,86
Módulo de plástico	21	40,49
Módulo de vidrio	5	9,18
Módulo de Poli-laminados	11,5	11,5
Módulo de Metales	6,5	6,50
Áreas de recepción y almacenamiento de material	22	22
Área de trabajo y pasillos	64	64
Área administrativa	4	4
Área aseo personal.	4	4
Área de parqueo y andén de carga.	56	160
Área para futuro proyectos	-	142
<b>Área total</b>	<b>211</b>	<b>500</b>

Es importante aclarar que, por las dimensiones del terreno real resulta imposible que el área de parque y anden de carga sean las óptimas, razón por la cual en no se consideró un espacio para parqueo, y solamente se consideró el andén con una altura de 1.20 a la entrada del Centro de Recuperación.

En la Figura 4.23 y Figura 4.24 se muestra un croquis del diseño del Centro propuesto basado en la distribución del Centro de Acopio del TEC y en las condiciones establecidas por las empresas compradoras de residuos. En la Figura 4.25, Figura 4.26 y Figura 4.27 se muestra el Centro de acopio en diferentes vistas, con el propósito de favorecer la interpretación de aspectos importantes como la separación entre módulos y fuente de ventilación.

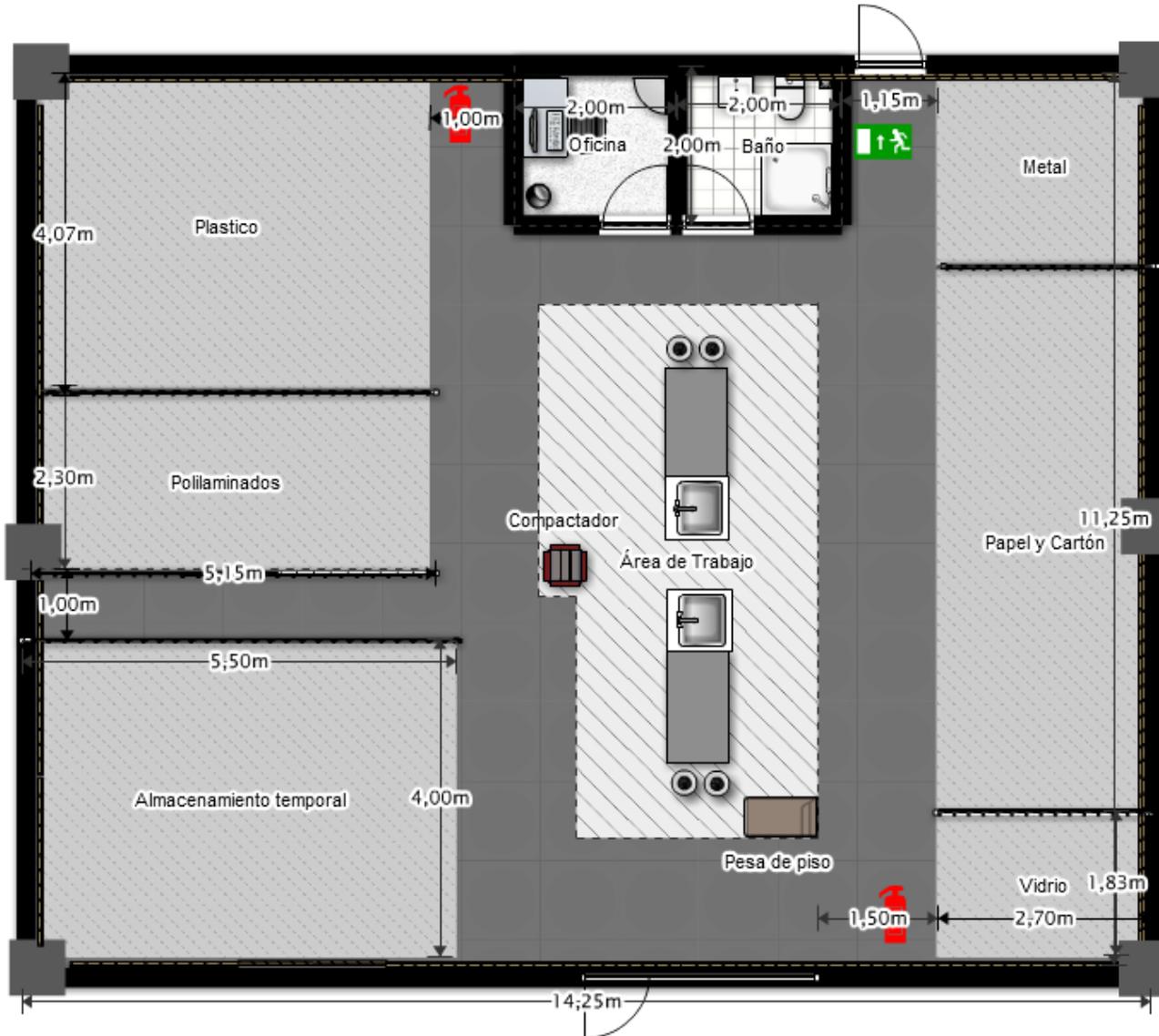


Figura 4.23. Croquis del Centro de Recuperación de residuos Valorizables.

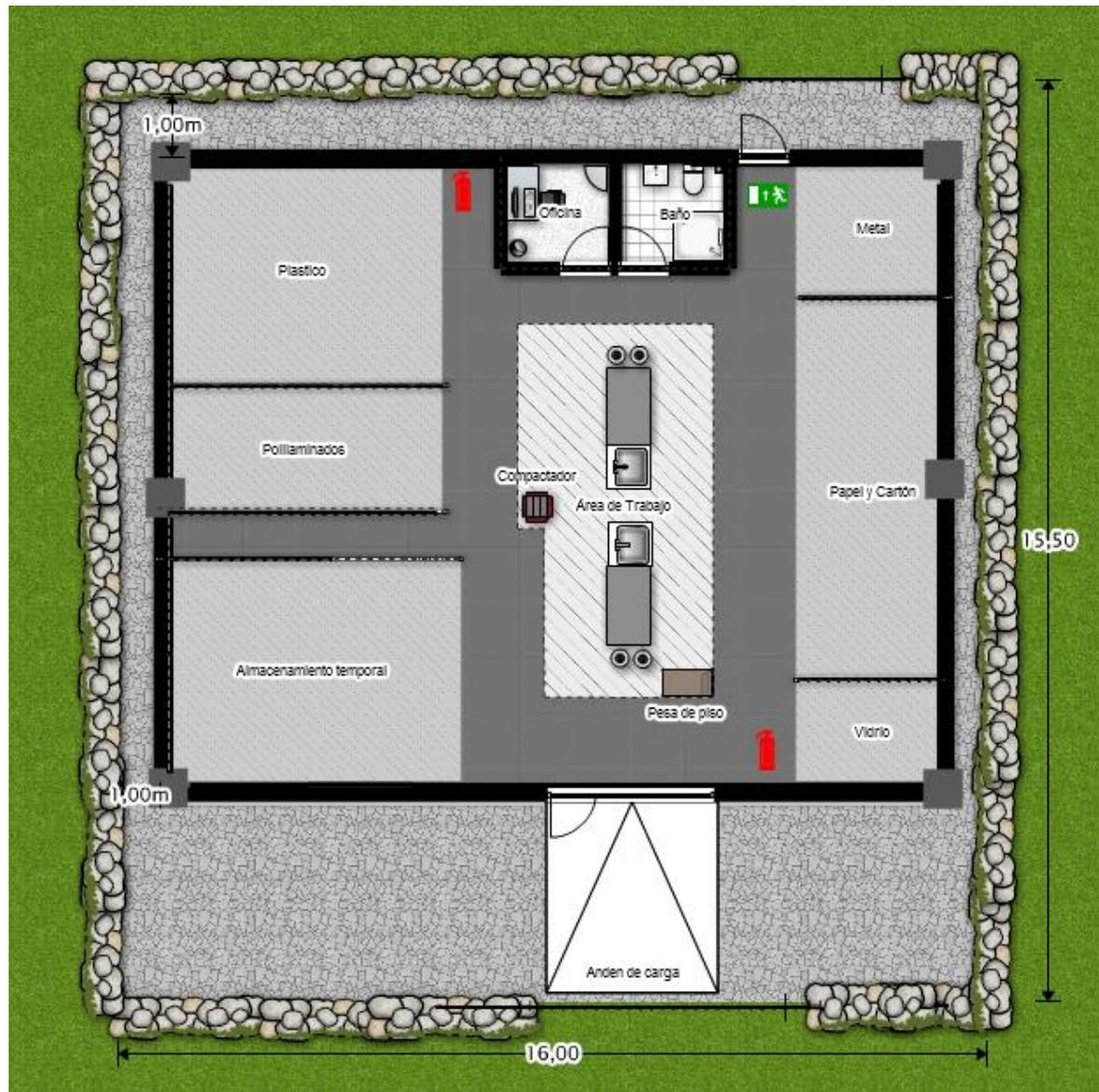


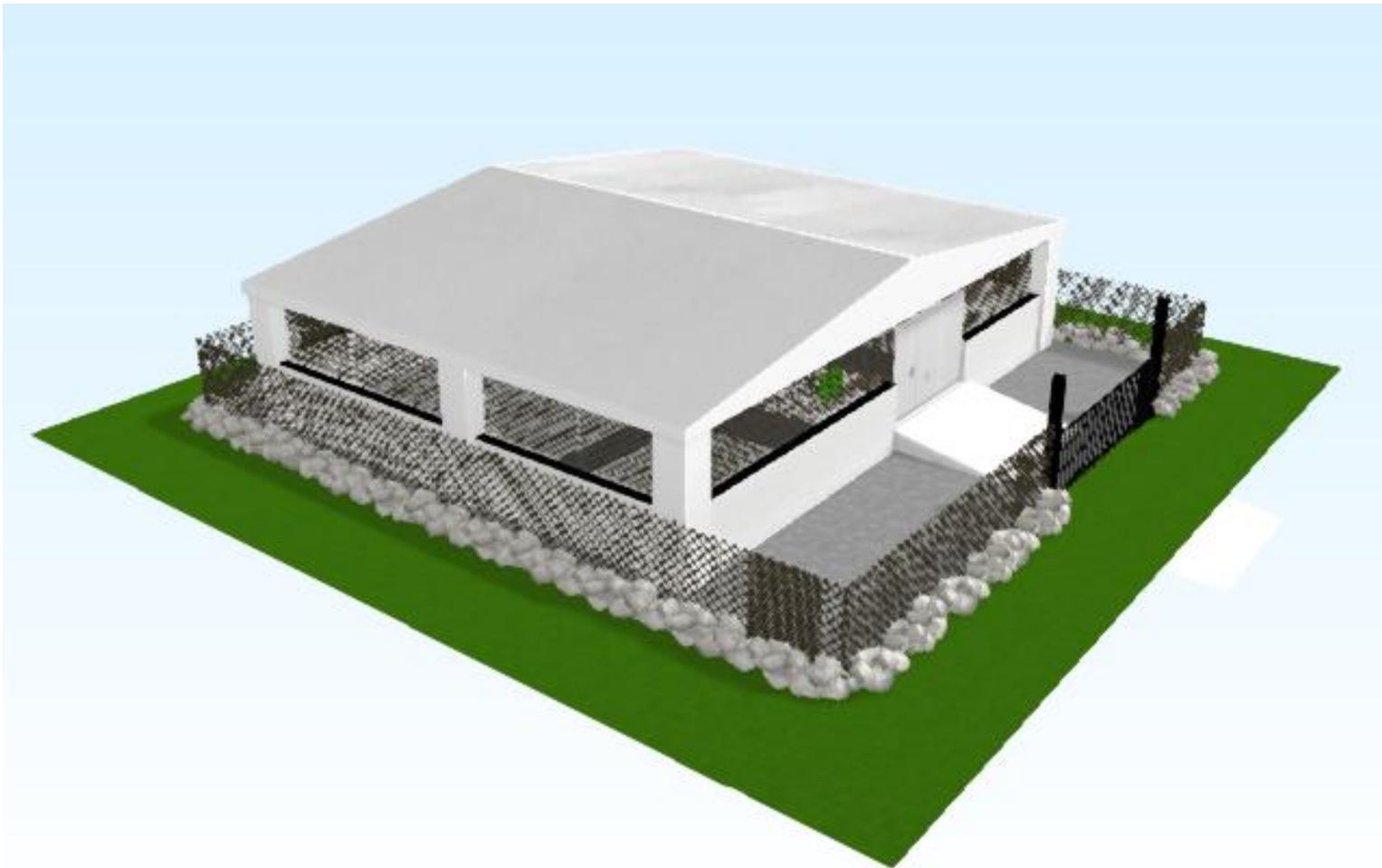
Figura 4.24. Ubicación del Centro de Recuperación de residuos Valorizables dentro del terreno.



Figura 4.25. Vista aérea del Centro de recuperación.



**Figura 4.26. Vista frontal del Centro de recuperación.**



**Figura 4.27.**Vista lateral del Centro de recuperación.

### **4.3.2 Sistema de manejo sugerido para el Centro de Recuperación de RS en Orosi Centro**

Un sistema de manejo de los residuos de un Centro de Recuperación es de vital importancia para su correcto funcionamiento y operación; aspectos como la separación y recolección en la fuente, la clasificación de RS así como la ubicación del mismo deben definirse con anterioridad. A continuación se hace una descripción de los principales componentes recomendados y que conforman el sistema de manejo para el Centro de Acopio de la ADI-Orosi:

#### ***4.3.2.1 Recolección de los RS:***

Respecto de la recolección de los residuos es importante aclarar que el Centro de Recuperación no brindará el servicio de recolección y los habitantes deberán llevar los materiales al mismo, esto se presenta por motivos presupuestarios, ya que el proyecto no cuenta con la capacidad financiera de realizar la compra de un vehículo, darle mantenimiento y pago de salarios de acuerdo con los resultados de este estudio.

#### ***4.3.2.2 Promoción en la comunidad***

El desarrollo de programas de divulgación que generen conciencia en la ciudadanía sobre la importancia de cooperar e implementar estrategias de reciclaje en su diario vivir representan parte fundamental del éxito de un Centro de Recuperación de RS (Cárdenas et al., n.d.).

La Asociación de desarrollo de Orosi deberá destinar una persona encargada de promocionar el proyecto en la comunidad. Esta se encargará de visitar escuelas, colegios, reunirse con, grupos comunales, religiosos y comités ambientales, que sean considerados pilares importantes para generar conciencia en la comunidad sobre la separación de los desechos en los hogares y el comercio. Con estos grupos de contactos se puedan organizar campañas de sensibilización en hogares, escuelas, colegios, iglesias y demás centros de reunión poblacional, para poder alcanzar las metas de eficiencia en la recolección separada de los RS (J. Camacho, Murillo, & Yeomans, 2008).

#### **4.3.2.3 *La separación en la fuente***

Tanto a los comercios como a viviendas se le solicitará separar sus residuos en dos clasificaciones únicamente:

- 1) Plástico, metal, poli-laminados, vidrio,
- 2) Papel y cartón

Esta clasificación se hace con el fin de que no se complique mucho el almacenaje y manejo de los materiales dentro del hogar.

También se separan así con el propósito de evitar la contaminación del papel y cartón con desechos líquidos o alimentos sólidos que puedan hacer perder su potencial de aprovechamiento. Es en este momento donde se puede llevar a cabo la selección y clasificación con mayor facilidad acorde a los materiales que serán recuperados (J. Camacho et al., 2008; Paniagua, Giraldo, & Castro, 2011).

Para lograr un buen manejo es fundamental que la separación en la fuente sea eficiente, esto se logra mediante la capacitación y concientización sobre la importancia de clasificar los RS y de su contribución para el desarrollo del programa y con el ambiente (Cárdenas et al., n.d.).

#### **4.3.2.4 *Almacenamiento temporal y en módulos de las materias primas***

El material que ingrese al centro se deberá acumular en el área de almacenamiento temporal para esperar su pronta clasificación, ya sea el mismo día de recolección o en días posteriores. Ya que si bien, en buena teoría deberían ser clasificados y procesados conforme lleguen al local, al ser inapropiado que material sucio se acumule por largos periodos de tiempo, en los momentos de mayor ingreso de residuos se vuelve inevitable dicha acumulación.

#### **4.3.2.5 *Separación y clasificación de los materiales***

La separación de los materiales se realizará en el Área de trabajo donde los materiales son depositados en contenedores separados, para después ser llevados a la siguiente etapa del proceso productivo donde se determinan cuáles son recuperables definitivamente. Luego se

deberá realizar una separación más selectiva de acuerdo a las condiciones de los compradores del material, algunas de las clasificaciones identificadas son:

- Plásticos: PET, PEAD, PEBD y PP.
- Papel y cartón: Papel blanco, papel periódico, papel químico, papel corrugado, papel Kraft, fólter manila, cartón y cartulina.
- Vidrio: Vidrio de envases y vidrio plano, separado por colores, cristalino, ámbar y otros.
- Aluminio: Latas de aluminio.

#### ***4.3.2.6 Acondicionamiento de los materiales***

De igual manera el acondicionamiento de los materiales, tales como el lavado, triturado o compactación, depende exclusivamente de las exigencias o necesidades de los compradores, sin embargo se debe considerar si el proceso es justificable en relación al costo beneficio. En el Cuadro 3.10 se detallan los requisitos de calidad y presentación del producto.

Una vez completado el proceso de acondicionamiento de los materiales, estos deben ser almacenados en sus respectivos módulos a la espera de ser comercializados. Este proceso debe seguir un orden que facilite su movilidad en el Centro. Por lo tanto se deberán establecer manuales de procedimientos que aseguren la disposición apropiada de los residuos, el trabajo ordenado, la observancia de las regulaciones y normativas tanto de seguridad como salud ocupacional.

Respecto del diseño de los módulos, estos están distribuidos de manera tal que aseguran la facilidad de las áreas de trabajo, el tránsito fluido, la segregación de sectores para el apropiado almacenamiento y seguridad. Ver anexo 8.7 y la tabla 4.10 como guía para establecer los procedimientos.

#### ***4.3.2.7 Distribución de producto final***

Con respecto de la distribución de los RS procesados, las condiciones de entrega varían dependiendo de la recicladora que reciba el material. A continuación se detallan las condiciones y requisitos de calidad que solicita cada empresa para la recepción de los residuos.

**Cuadro 4.10. Requisitos de calidad y presentación del producto de acuerdo a las condiciones de las diferentes compañías recicladoras**

<b>Compañía</b>	<b>Producto</b>	<b>Requisito de calidad</b>	<b>Presentación del producto</b>	<b>Servicio de recolección</b>	<b>Precio (\$/Kg)</b>	<b>Forma de pago</b>
*Florida Bebidas S.A	PET transparente	Libres de materiales extraños.	Bolsas, sacos, mallas o pacas compactadas sin límite de peso.	En todo el país	0,17	En efectivo en el momento de la venta
	PET de color	No se reciben envases mayores de 4 L a menos que hayan sido cortados.			0,15	
	PEAD natural				0,17	
	PEAD de color				0,15	
*RECYPLAST S.A	PEAD, PEBD y PP	Las bolsas deben entregarse clasificadas, libres de materiales extraños tales como metales, rastros, madera, espumas y hules	Pacas comprimidas mediante compactadores o en rollos con un peso menor a los 20 kg.	Recolección sin costo adicional en dependencia de los volúmenes, pero esta se dará por mutuo acuerdo.	0,13	La forma de pago es en efectivo, sin importar la cantidad.
PRODUCOL S.A.	PEAD molido	Separado y completamente limpios	En sacos de 50 kg o en sacas de 500 kg.	El material debe ser entregado en la planta ubicada en Pavas, San José	0,16	Para clientes con altos volúmenes el pago se hace a treinta días.
	PEBD molido					Volúmenes reducidos a 10 días
	PP molido					A 15 días la materia prima, por cheque o transferencia bancaria.
*Kimberly Clark Costa Rica S.A.	Cartón	El cartón se entregar correctamente separado. Este debe estar libre de bolsas plásticas, cartón encerado, metales u otros materiales extraños.	El papel deber entregarse en pacas amarradas o como mínimo en bolsas transparentes.	---	0,04	---
VICESA	Vidrio transparente Vidrio color Vidrio azul	El vidrio debe estar libre de contaminantes, este puede conservar las etiquetas y debe ser clasificado por tipo y color (cristalino, ámbar y otros).	En estaciones de metal, quebrado, no molido.	VICESA provee el servicio de recolección, y brinda los estaciones para el almacenamiento.	0,06	Se paga a 8 días por transferencia bancaria a la cuenta del proveedor.

Continuación de Cuadro 4.11.

<b>Compañía</b>	<b>Producto</b>	<b>Requisito de calidad</b>	<b>Presentación del producto</b>	<b>Servicio de recolección</b>	<b>Precio (\$/Kg)</b>	<b>Forma de pago</b>
*Florida Bebidas S.A.	Latas de aluminio	Los envases deben entregarse separados y libres de materiales extraños.	Los materiales pueden ser entregados en bolsas, sacos, mallas o pacas compactadas.	Esta empresa presta servicio de recolección en todo el país	1,32	---
*Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos	Poli-laminados	Limpio y seco, se reciben envases de Poli-laminados de cualquier marca	Mínimo 10 kg en adelante	Camiones recolectores, si se entrega en el Coyol de Alajuela se paga \$0,125/kg	0,1	Efectivo
Empaques Santa Ana	Papel Cartón	Limpio, seco, libre de contaminantes.	Mínimo 1 kg	No brindan transporte de material, se debe llevar a la planta	0,1	---
Coca-Cola	PET HDPE Poli-laminados	Separado por color, libre de residuos orgánicos, agroquímicos etc. En sacas, bolsas o compactado.	Mínimo 1 Ton	Esta empresa presta servicio de recolección en todo el país	0,25	---
					0,06	

\* Fuente: (J. Camacho et al., 2008; Maradiegue & Zelaya, 2010)

En el Anexo 8.7 y 8.6, se muestra más en detallan los requisitos de calidad y presentación del producto establecidos por el programa “ALIANZA para el Aprovechamiento de los Residuos Valorizables en Costa Rica”, compuesta por el Ministerio de Salud, Programa CYMA, Instituto de Fomento y Asesoría Municipal (IFAM), Fundación Aliarse y las principales recicladoras del país.

#### ***4.3.2.8 Disposición final de la basura***

Una vez finalizado el proceso de selección y clasificación de los residuos, aquellos desechos que no puedan ser aprovechados serán dispuestos para ser recolectados por el servicio municipal.

Posteriormente, con el paso del tiempo y la consolidación del proyecto, se podrán identificar nuevas formas de contribuir con el ambiente y la comunidad, por ejemplo identificando proveedores para nuevos proyectos de reciclaje relacionados o aprovechamiento de los residuos orgánicos así como la construcción de un salón para brindar capacitaciones y atender a escuelas, entre otros

#### 4.4 VIABILIDAD ECONÓMICA DEL CENTRO DE ACOPIO.

Para la estimación de la viabilidad económica del proyecto se utilizó la plantilla del “Manual para la definición de un modelo tarifario para la gestión municipal de residuos sólidos” específica para Centros de Recuperación de residuos Valorizables, recomendada por el Ministerio de Salud (Ver anexo 8.11). Esta herramienta se usó con el objetivo de facilitar la toma de decisiones sobre la implementación del proyecto.

##### **4.4.1 Datos básicos del Centro de recuperación de residuos valorizables.**

Para la aplicación de la planilla se debe introducir una serie de datos básicos que permitan el cálculo de la generación anual de residuos, y por consiguiente la cantidad de material a comercializar.

Es importante mencionar y aclarar que si bien la generación per cápita de la comunidad es de 0,56 kg/habitantes/día para efectos de los cálculos se deberá tomar en cuenta solamente los residuos que se van a recuperar, el cual es de 0,24 kg/habitantes/día, criterio que se explicó en la sección 3.2.1, el cual corresponde a la generación per cápita de los residuos que se pretenden procesar en el centro de recuperación, los cuales son el aluminio, vidrio, plástico, poli-laminados y el papel y cartón.

Tanto para el crecimiento poblacional anual como para el crecimiento de la generación de residuos anual se utilizaron los valores por defecto que proporciona la planilla de estimación de costos. Igualmente, para el apartado de estimación de costos y de inversión y operación, en aquellos rubros en los que no se especifique la procedencia del valor se utilizaron los valores proporcionados.

Se consideraron dos escenarios posibles de porcentaje de aprovechamiento de los residuos generados por la comunidad. Las consideraciones principales son:

- **ESCENARIO 1:** Se fundamenta en el supuesto de que el Centro de Acopio va a procesar al menos el 35% de lo que se ha estimado como los RS valorizables que se genera en la comunidad y que la ADI-Orosi pretende procesar.
- **ESCENARIO 2:** Se fundamenta en el supuesto de que el Centro de Acopio va a procesar al menos el 50% de lo que se ha estimado como los RS valorizables que se genera en la comunidad y que la ADI-Orosi pretende procesar.

Considerando el **ESCENARIO 1:**

Como se mencionó anteriormente es importante definir, primeramente, los datos básicos, por lo que para el caso particular del Escenario 1 en el Cuadro 4.11 se desglosa dicha información.

**Cuadro 4.11. Datos básicos de la comunidad de Orosi Centro.**

<b>Cantidades de residuos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Población cantonal (o del sector que se quiere atender con el proyecto de valorización)*	4 494	habitantes
Crecimiento poblacional anual	2,0%	%/año
Nº de habitantes / vivienda (promedio estimado)*	4,00	habitantes
Producción de residuos per cápita*	0,24	kg/persona/día
Crecimiento de la generación de residuos (anual)	1,5%	%/año
Meta de reciclaje (del cantón o del sector de proyecto)*	35%	%
Residuos recuperados por día (promedio durante primer año)	0,4	ton/día
Residuos recuperados por mes (promedio durante primer año)	12	ton/mes
Residuos recuperados por año (durante primer año)	139	ton/año
Residuos recuperados en 20 años (proyección con tasa de crecimiento)	4 226	ton acumulados

\* Valores introducidos por el usuario

#### 4.4.2 Estimación de costos de inversión

A continuación se señalan los recursos necesarios para establecer las condiciones de funcionamiento del proyecto en relación al proceso productivo propuesto:

##### 4.4.2.1 Instalaciones para el centro

Previo a iniciar la construcción de centro de recuperación es necesario estimar los gastos de ingeniería y permisos; los cuales, según el Cuadro 4.12, ascienden a \$ 10 784, es importante señalar que se debe hacer una propuesta en la cual se deben elaborar planos constructivos, permisos de construcción, por tanto los costos pueden variar al momento de ejecutar el proyecto.

**Cuadro 4.12. Costos asociados a ingeniería, estudios y permisos en dólares.**

<b>Ingeniería, estudios y permisos</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario (\$)</b>	<b>Inversión total (\$)</b>
Ingeniería y visado de Planos para la Construcción (Ley N° 7600)	global	1	6 863	6 863
Plan de manejo de RS y líquidos no recuperables	global	1	2 941	2 941
Permiso sanitario de funcionamiento del Ministerio de salud (tramitación inicial)	global	1	980	980
<b>SUBTOTAL 1</b>				<b>10 784</b>

##### 4.4.2.2 Terreno y construcción de infraestructura

Para la determinación del costo por infraestructura se utilizaron los montos por metro cuadrado o metro, según el tipo de construcción, se utilizó el “Manual de Valores Base Unitarios por Tipología Constructiva” del Ministerio de Hacienda en su última actualización. En el Cuadro 4.13 se detallan los rubros utilizados para cada tipo de infraestructura y su monto asociado.

**Cuadro 4.13. Valor económico de la construcción del Centro de recuperación.**

<b>Infraestructura</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor (\$/m<sup>2</sup>)</b>
Parqueo	Tipología: LO02 Vida útil años: 20 Material: Concreto con refuerzo varilla N° 2 Otros: 10 cm espesor Otros: m <sup>2</sup>	40

Continuación de Cuadro 4.13.

<b>Infraestructura</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor (\$/m<sup>2</sup>)</b>
Bodega de almacenamiento con área de clasificación	Tipología: GA01 Vida Útil 40 años. Estructura Columnas y vigas de perfiles metálicos o similares. Paredes Láminas onduladas de hierro galvanizado. Altura de 3,00m. Cubierta Cerchas de perfiles metálicos. Láminas onduladas de hierro galvanizado. Canoas y bajantes de hierro galvanizado. Cielos Sin cielos. Pisos Concreto armado con malla electro soldada, afinado. Baños: Un cuarto de baño económico. Otros Construcciones muy sencillas, materiales de construcción económicos, con portones de madera o similar.	312
	Otra inversión (Verjas)	Tipología: VJ05 Vida útil en años: 40 Material: Hierro forjado Unidad de medida: m Otros: 50.00 ml x 2.00 mh

Fuente: (Ministerio de Hacienda, 2013)

La inversión requerida para la adquisición del terreno y la construcción de la infraestructura del proyecto depende de las dimensiones anteriormente citadas. Por lo tanto el costo total de la infraestructura del centro de acopio corresponde a \$77 011, tal y como se aprecia en el Cuadro 4.14

**Cuadro 4.14. Costo de terreno y construcción de infraestructura en dólares.**

<b>Infraestructura del centro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario (\$)</b>	<b>Inversión total (\$)</b>
Terreno*	m <sup>2</sup>	250	73	18 349
Conexión eléctrica y de agua potable	Nº	1	490	490
Áreas de parqueo, maniobra de carga y descarga (no techada, pavimentada)*	m <sup>2</sup>	56	40	2 560
Bodega de almacenamiento con áreas de clasificación (techada)*	m <sup>2</sup>	154	312	48 048
Servicios sanitarios, separados por género	m <sup>2</sup>	4	539	2 157
Oficina de administración (opcional)*	m <sup>2</sup>	4	539	2 157
Otras inversiones (verjas)	m <sup>2</sup>	63	86	1 380
<b>SUBTOTAL 2</b>				<b>77 011</b>

\* Valores introducidos por el usuario

#### 4.4.2.3 Equipo de operación para el centro de acopio

Para que se lleve a cabo el proceso productivo en centro de recuperación se requiere del equipo para el pesaje de los materiales, transporte y preparación así como el uso de instrumentos y herramientas que faciliten la realización de todos los procesos y se contemplen las medidas de seguridad ocupacional. En el Cuadro 4.15 se detalla el equipo y accesorios necesarios, con sus respectivos costos y características el cual asciende a \$ 27 349.

**Cuadro 4.15. Inversión de equipamiento y accesorios para el Centro de recuperación de residuos en dólares.**

<b>Equipamiento y accesorios</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario (\$)</b>	<b>Inversión total (\$)</b>
Mesas de clasificación, canastos y estantes de almacenamiento	global	2	4 902	9 804
Pesa(s) para residuos clasificados*	Nº	1	1 300	1 300
Equipo de compactación para papel y cartón*	Nº	1	9 804	6 155
Equipo de trituración de vidrio*	Nº	1	2 940	2 940
Equipamiento oficina (muebles, PCs, computadoras personales impresora, etc.)	global	1	4 902	4 902
Extintores (de acuerdo a la carga de fuego; distancia máxima 23 metros)	Nº	2	78	157
Botiquín de primeros auxilios	Nº	1	50	50
Herramientas y equipos (herramientas de empaque y embalaje)	global	1	1 961	1 961
Otros (Equipo de protección personal: Cascos, guantes de cuero, delantales, gafas)*	global	2	40	80
<b>SUBTOTAL 3</b>				<b>27 349</b>

\* Valores introducidos por el usuario (Cotizaciones en Anexo 8.10)

Por lo que el costo total de inversión al sumar los subtotales 1, 2 y 3 es de \$115 144

### 4.4.3 Estimación de costos de operación

#### 4.4.3.1 Gastos en personal

El centro de acopio requiere de mano de obra para operar. Por lo que uno de los principales egresos corresponde a este rubro. Considerando la cantidad de residuos a recuperar y que cada reciclador sea capaz de reciclar alrededor de 6 Ton al mes se estableció que un número

de 2 operarios es suficiente para dar tratamiento al volumen de material considerando la jornada ordinaria de 8 horas al día, tomando en cuenta la experiencia del Centro de Acopio del TEC y del “Manual para la definición de un modelo tarifario para la gestión municipal de RS”. Sin embargo para el manejo de los recursos económicos la Asociación de Desarrollo de Orosi tendrá que definir a la persona a cargo.

Según lo establecido por el Ministerio de Trabajo en la Lista de Salarios Mínimos para el segundo Semestre 2014 (MTSS, 2014), en el caso del sector privado para los Trabajadores no calificados (TNC) el salario por jornada laboral es de 9 321,97 colones. Además se consideró el pago por concepto de cargas sociales, que de acuerdo a la Caja Costarricense de Seguro Social corresponden a un 36% del salario del trabajador. Por lo consiguiente si se pretende que se labore 5 días a la semana se deberá destinar un total de ₡342 302,74, Para un total de ₡684 605,48 para la contratación de 2 operarios.

Además se debe considerar el pago de aguinaldos. Por lo que para efectos prácticos en el cálculo de flujo de cajas se definió ₡342 302,74 de pago de aguinaldo por trabajador. Por concepto de salarios y aguinaldos el monto a pagar anualmente es de ₡8 899 871,20. En el Cuadro 4.16 se detalla el costo anual por concepto de gastos en personal en dólares.

**Cuadro 4.16. Costo de salarios a obreros en dólares**

<b>Gastos en personal</b>	<b>Hombres/ turno</b>	<b>Turnos / día</b>	<b>Total hombres / día</b>	<b>Sueldo bruto / mes*</b>	<b>Costo total / mes</b>	<b>Costo total / año</b>
Recuperador/trabajador (Nº depende de cantidad de residuos valorizables)*	2	1	2	\$680	\$1 360	\$16 320
<b>SUBTOTAL 1</b>	-	-	<b>2</b>	-	<b>\$1 360</b>	<b>\$16 320</b>

\* Valores introducidos por el usuario

\*\* En este punto se considera un 7% del salario que debe ser guardado y destinado al pago del aguinaldo.

Entre las labores que deberá ejecutar el personal a cargo del centro de acopio se destacan:

- ✓ Lavado de botellas y bolsas plásticas.
- ✓ Quebrado de vidrio o trituración.
- ✓ Clasificación de Papel y Plástico

- ✓ Compactación de los residuos.
- ✓ Recepción y pesaje de los siguientes residuos:
  - Plásticos: PET, PEAD, PEBD, PP, etc.
  - Papel y Cartón: Papel blanco, papel periódico, papel corrugado, papel Kraft, fólder manila, cartón, cartulina, etc.
  - Vidrio: Vidrio de envases, separado por colores (cristalino, ámbar y otros).
  - Aluminio: Latas de aluminio y conservas.

#### 4.4.3.2 *Mantenimiento de maquinaria y pago de servicios*

En el centro de acopio es necesario estimar los gastos correspondientes a los servicios públicos, tales como: agua, energía, telecomunicaciones, internet y electricidad. Considerando la experiencia de otros centros de acopio del país la planilla se estima en \$98 mensuales para efectos de servicios básicos, por lo tanto estos ascienden a \$1 176 anuales. Ahora bien, para que el proyecto refleje los costos totales es necesario calcular los costos del mantenimiento y reparación de la infraestructura, equipos y accesorios. En el Cuadro 4.17 se muestra el valor mensualmente y posteriormente se proyecta anualmente.

**Cuadro 4.17. Costo por mantenimiento de maquinaria y pago de servicios en dólares por año.**

<b>Servicios</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario (\$)</b>	<b>Costo total / mes (\$)</b>	<b>Costo total / año (\$)</b>
<b>Servicios básicos</b> (agua, agua de lavado, energía, telecomunicaciones, internet)	Nº/mes	1	98	98	1 176
<b>Mantenimiento y reparación</b>					
Mantenimiento de edificios e infraestructura (plantel, sin valor del terreno)	% del valor/año	5	53 479	223	2 933
Mantenimiento de equipamiento y accesorios	% del valor/año	10	36 480	304	2 735
<b>SUBTOTAL 2</b>				<b>570</b>	<b>6 844</b>

#### 4.4.3.3 Materiales y suministros

Los materiales y suministros deberán de mantenerse al alcance en todo momento, por lo que se debe destinar una parte del presupuesto mensual para la compra de estos materiales. En el Cuadro 4.18 se detallan los costos asociados a cada material y suministro

**Cuadro 4.18. Costo por materiales y suministros en dolares.**

<b>Materiales y suministros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario (\$)</b>	<b>Costo total / mes (\$)</b>	<b>Costo total / año (\$)</b>
Herramientas, repuestos y accesorios	global/mes	1	98	98	1 176
Otros útiles, materiales y suministros	global/mes	1	196	196	2 353
<b>SUBTOTAL 3</b>				<b>294</b>	<b>3 529</b>

Por lo que el costo de operación sumando los subtotales 1, 2, 3 es de \$26 694 anuales, sin embargo para calcular el costo total se debe considerar un 10% de imprevistos, sobre el costo de operación, un 10% de gastos administrativos, sobre la suma de imprevistos y costo de operación, y otro 10% para utilidad para el desarrollo del servicio, de la suma del costo, imprevistos y gastos administrativos. Para un total de \$ 34 235 de costo total de operación.

#### 4.4.4 Flujo de inversiones y gastos de operación

Para la determinación del flujo de inversión, el Cuadro 4.20 se presenta un flujo a un horizonte de 20 años de las inversiones y de los gastos de operación; además el total de los egresos anuales, el ingreso anual por recaudación de tarifa y el flujo anual de los egresos menos los ingresos.

**Cuadro 4.19. Flujo de inversiones y gastos de operación para el Centro de recuperación de Orosi.**

	Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Población, N°		4,494	4,584	4,676	4,769	4,864	4,962	5,061	5,162	5,265	5,371	5,478
Producción de residuos per cápita, kg/persona/día		0,24	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,27	0,27	0,27	0,28	0,28
Cantidad de residuos generados, ton/año		398	412	426	441	457	473	490	507	525	543	562
Cantidad de residuos recuperados, ton/año		139	144	149	154	160	166	171	177	184	190	197
<b>COSTOS DE INVERSIÓN</b>	Millones de \$											
1 INGENIERIA, ESTUDIOS Y PERMISOS	-0,0108	-0,0108										
2 INFRAESTRUCTURA DEL CENTRO	-0,0770	-0,0770										
3 EQUIPAMIENTO Y ACCESORIOS	-0,0273		-0,0273					-0,0273				
Subtotal	-0,1151	-0,0878	-0,0273	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0273	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
<b>GASTOS DE OPERACIÓN / AÑO</b>	-0,0342	0,0000	-0,0342	-0,0342	-0,0342	-0,0342	-0,0342	-0,0342	-0,0342	-0,0342	-0,0342	-0,0342
<b>TOTAL EGRESOS / AÑO</b>		-0,0878	-0,0616	-0,0342	-0,0342	-0,0342	-0,0342	-0,0616	-0,0342	-0,0342	-0,0342	-0,0342
<b>INGRESO ANUAL REQUERIDO</b>		0,0000	0,0398	0,0412	0,0427	0,0442	0,0457	0,0474	0,0490	0,0508	0,0526	0,0544
<b>FLUJO ANUAL</b>	0.0000	-0,0878	-0,0218	0,0070	0,0084	0,0100	0,0115	-0,0142	0,0148	0,0165	0,0183	0,0202

Continuación del Cuadro 4.19

Año		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Población, N°		5,588	5,699	5,813	5,930	6,048	6,169	6,293	6,419	6,547	6,678
Producción de residuos per cápita, kg/persona/día		0,29	0,29	0,29	0,30	0,30	0,31	0,31	0,32	0,32	0,33
Cantidad de residuos generados, ton/año		582	603	624	646	669	693	717	742	769	796
Cantidad de residuos recuperados, ton/año		204	211	218	226	234	242	251	260	269	278
COSTOS DE INVERSIÓN		Millones de \$									
1	INGENIERIA, ESTUDIOS Y PERMISOS	-0,0108									0,0000
2	INFRAESTRUCTURA DEL CENTRO	-0,0770									0,0183
3	EQUIPAMIENTO Y ACCESORIOS	-0,0273	-0,0273				-0,0273				0,0000
Subtotal		-0,1151	-0,0273	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0273	0,0000	0,0000	0,0000	0,0183
GASTOS DE OPERACIÓN / AÑO		-0,0342	-0,0342	-0,0342	-0,0342	-0,0342	-0,0342	-0,0342	-0,0342	-0,0342	-0,0342
TOTAL EGRESOS / AÑO		-0,0616	-0,0342	-0,0342	-0,0342	-0,0342	-0,0616	-0,0342	-0,0342	-0,0342	-0,0159
INGRESO ANUAL REQUERIDO		0,0563	0,0583	0,0604	0,0625	0,0647	0,0670	0,0694	0,0718	0,0744	0,0770
FLUJO ANUAL		0,0000	-0,0053	0,0241	0,0261	0,0283	0,0305	0,0054	0,0351	0,0401	0,0611

La tasa interna de retorno (TIR) se definió en 10% ya que éste corresponde al valor comúnmente usado y para el tipo de cambio se utilizó el actual de C545.

Se obtuvo un VAN de los costos totales de \$ -432 371 una cantidad de residuos recuperados equivalente actual de 1 564 Ton y una población cantonal equivalente actual de 44 643 habitantes.

Considerando el VAN obtenido no es conveniente ejecutar el Proyecto a menos que el VAC total por tonelada de residuos recuperados sea de -276 \$/ Ton. Por lo tanto para lograr el autofinanciamiento del proyecto al recuperar el 35% de los residuos valorables, correspondientes a vidrio, aluminio, poli-laminados, plástico papel y cartón, deberá de vender los residuos recuperados en promedio (sin considerar los costos asociados a una eventual recolección diferenciada) a un total de \$ 276 por tonelada. Se debe aclarar que si se considera el precio real de mercado de cada una de las categorías de residuos, el cual se detalla más adelante, es inviable implementar este proyecto bajo estas condiciones.

Para el **ESCENARIO 2:**

Los residuos recuperados por día en promedio durante el primer año es de 0.5 ton/día, en un mes 17 Ton/mes y en el primer año 199 Ton/año. En un acumulado de 20 años considerando la tasa de crecimiento se espera recuperar 6 037 Ton

Igualmente considerando la cantidad de residuos a recuperar se determinó un número de 3 operarios para dar tratamiento al volumen de material considerando la jornada ordinaria de 8 horas al día, por lo que los gastos en personal ascienden a \$ 24 480.

Respecto del flujo de inversiones y gastos de operación se obtuvo un VAN de los costos totales de \$-524 836, una cantidad de residuos recuperados equivalente actual de 2 235 Ton y una Población cantonal equivalente actual de 44 643 habitantes.

Considerando el VAN obtenido no es conveniente ejecutar el Proyecto a menos que el VAC total por tonelada de residuos recuperados sea de -235 \$/ Ton. Por lo tanto para lograr el

autofinanciamiento del proyecto al recuperar el 50% de los residuos valorables, se deberá de vender los residuos en promedio (sin considerar los costos asociados a una eventual recolección diferenciada) a un total de \$ 235 por tonelada. Por lo que, igual que en el escenario 1, es inviable implementar el proyecto bajo estas condiciones.

De acuerdo con los precios que establece el mercado para la comercialización de los residuos, detallado en el Cuadro 4.21, el monto de la tonelada de RS en Orosi Centro corresponde a \$166.99, por lo que en el caso de ambos escenarios no es posible la implementación de un Centro de recuperación. Para que el Centro se pueda autofinanciar deberá recuperar por lo menos un 59% de los residuos de aluminio, vidrio, poli-laminados, plástico papel y cartón. Lo que significaría procesar los residuos de una población mucho mayor a la de Orosi centro.

Por tal motivo es de vital importancia incluir a la municipalidad de Paraíso dentro de este proyecto en particular, para que brinde ayuda en aspectos como la recolección de los residuos, equipamiento del centro de recuperación, entre otros. Una manera de incentivar a la municipalidad es mediante el ahorro que representa la recuperación de los residuos valorizables que no ingresaran al relleno sanitario de los pinos. En el cuadro 4.20 se detalla dicho ahorro, considerando un precio por tonelada de residuos que ingresan al relleno de los pinos de ₡10 000, según el dato brindado por la municipalidad de Paraíso para el año 2014.

**Cuadro 4.20. Ahorro en colones de la municipalidad de Paraíso por los residuos que no ingresan al relleno sanitario de los Pinos durante el primer año de acuerdo a los diferente escenarios planteados.**

Categoría	Ahorro anual de acuerdo al escenario	
	Escenario 1	Escenario 2
Metales	₡ 49 326,71	₡ 70 466,72
Vidrio	₡ 306 377,09	₡ 437 681,55
Papel/cartón	₡ 558 496,10	₡ 797 851,57
Plástico	₡ 448 012,70	₡ 640 018,14
Polilaminados	₡ 47 832,50	₡ 68 332,15
Total	₡ 1 410 045,09	₡ 2 014 350,13

#### 4.5 VIABILIDAD AMBIENTAL DEL RECICLAJE DE LOS RS EN LA COMUNIDAD DE OROSI CENTRO.

Para la determinación de la viabilidad ambiental del reciclaje se brinda la información y los recursos necesarios para establecer las condiciones de funcionamiento del proyecto. Considerando los cálculos anteriores acerca de la generación de residuos producidos por la comunidad y el precio sugerido por las empresas recicladoras para cada kilogramo de residuo se aplicó el software VERDE CR 1.5 (Anexo 8.11)

##### **4.5.1 Datos Iniciales Para el software VERDES CR 1.5.**

Al no tener datos específicos sobre el costo de reciclaje, costo evitado de recolección, consumo de aceite de cocina y agua de la comunidad de Orosi Centro, se utilizaron los datos promedio para Costa Rica que ofrece por defecto el software VERDES CR 1.5. A continuación se detalla la información solicitada por el programa para los cálculos siguientes:

##### **Información General**

Nombre del cálculo: Orosi, Paraíso.

Número de habitantes = 4 494

Valor del salario mínimo (S.M.) = \$ 505

Cantidad de residuos ordinarios generados por habitante por día de la región en estudio = 0.56Kg

Costo del reciclaje por tonelada = \$ 120 (Datos del Software)

Costo evitado de recolección y de disposición final por tonelada = \$ 30 (Datos del Software)

##### **Precio de venta de los productos reciclados en el mercado costarricense (promedio)**

El Cuadro 4.21 detalla el precio de venta de los productos reciclados en el mercado costarricense de acuerdo con las diferentes empresas.

**Cuadro 4.21. Precio de venta del material de reciclaje.**

<b>Material a reciclar</b>	<b>Precio de venta (\$/Ton)</b>	<b>Fuente</b>
Aluminio	1 320	Florida bebidas
Vidrio	66	VICESA
Papel y cartón	99	Empaques Santa Ana
Plástico	201	PRODUCOL- Coca Cola
Poli-laminados	100	Dos Pinos

### **Consumo de Agua y Aceite** (Datos proporcionados por el Software VERDE CR 1.5)

Consumo de aceite de cocina por habitante/mes en litros = 0,8

Consumo de agua por habitante/día en litros = 130

### **Índice de reciclaje de los RS**

Se consideraron dos escenarios posibles de porcentaje de aprovechamiento de los residuos generados por la comunidad. Las consideraciones principales son:

- **ESCENARIO 1:** Se fundamenta en el supuesto de que el Centro de Acopio va a procesar al menos el 50% de lo que se ha estimado como los RS re-utilizables, que se producen en la comunidad.
- **ESCENARIO 2:** Se fundamenta en el supuesto de que el Centro de Acopio va a procesar al menos el 35% de los RS re-utilizables.

### **Composición de los residuos ordinarios y/o consumo per cápita**

En este punto se debe colocar la composición de los residuos total, detallada en el Cuadro 3.4):

- Lata de aluminio = 16,72 Unidades/habitantes/mes
- Vidrio = 9,53%
- Papel y cartón = 17,38%
- Plástico = 13,94%
- Orgánico = 31,17%

## 4.5.2 Análisis Mercadológico

Anualmente, considerando un 100% de los RS generados en cada una de las categorías un habitante genera anualmente 201 kg y en el total de la comunidad se generan 905 Ton anuales. Al considerar solamente las categorías: latas de aluminio, vidrio, plástico, papel y cartón, se genera un total de 384 Ton de RS.

Tomando en cuenta la generación anual de residuos y su valor en el mercado se obtiene una ganancia económica total de \$65 239,00. Desglosado a continuación por categoría. Como se puede observar en el Cuadro 4.22 el residuo que genera un porcentaje de mayor ganancia corresponde a los Plásticos con un 39%, sin embargo esto es debido a las toneladas generadas por la comunidad, pero si se toma en cuenta el precio de mercado el aluminio corresponde al residuos de mayor valor.

**Cuadro 4.22. Ganancia anual por categoría de RS.**

<b>Categoría</b>	<b>Toneladas de residuos generados anualmente</b>	<b>Ganancia anual</b>	<b>Porcentaje de ganancia</b>
Latas de aluminio	14	18 567	28%
Vidrio	86	5 698	9%
Papel y Cartón	157	15 588	24%
Plástico	126	25 385	39%
<b>TOTAL</b>	<b>384</b>	<b>65 238</b>	<b>100%</b>

### 4.5.2.1 Resultados Finales

Es importante destacar que al aprovechar los RS se evitan costos asociados a la recolección, sin embargo para las toneladas de residuos que se aprovechan es necesario invertir un monto económico lo que se define como el costo del reciclaje. En el Cuadro 4.23 se muestran costos asociados en reciclaje y recolección de acuerdo a cada escenario propuesto.

**Cuadro 4.23. Costos de recolección y reciclaje asociados a cada uno de los escenarios.**

<b>Escenarios</b>	<b>Residuos aprovechados</b>		<b>Residuos no aprovechados</b>	
	<b>Costo de recolección (\$)</b>	<b>Costo del reciclaje (\$)</b>	<b>Costo de recolección (\$)</b>	<b>Costo del reciclaje (\$)</b>
Escenario 1	4 033	16 134	7 491	29 964
Escenario 2	5 762	23 049	5 762	23 049

De acuerdo con el software Verde Costa Rica 1.5, la economía se define como la materia prima, energía eléctrica, agua y reducción de contaminantes que se pueden ahorrar a través del proceso de reciclaje formal o informal (Magera, 2007a). Además de la economía obtenida por es necesaria considerar el ahorro por el costo de recolección y con el reciclaje. Para el escenario 1 la economía correspondiente se observa en el Cuadro 4.24.

**Cuadro 4.24. Economía obtenida anualmente por el reciclaje, para el escenario 1.**

<b>Tipo de residuo</b>	<b>Toneladas recicladas</b>	<b>Ahorro de materia prima (\$)</b>	<b>Ahorro de energía (\$)</b>	<b>Ahorro de agua (\$)</b>	<b>Total de ahorradas (\$)</b>
Aluminio	4.9	738	5 158	-	5 896
Vidrio	30	1 813	1 199	-	3 012
Papel y cartón	55	16 533	11 993	6 437	34 963
Plástico	44	110 508	14 525	-	125 033
<b>Total</b>	<b>134</b>	<b>129 592</b>	<b>32 875</b>	<b>6 437</b>	<b>168 904</b>

Por lo que tomando en cuenta el ahorro total de acuerdo al tipo de residuo, el costo evitado de recolección y la inversión por el reciclaje la economía total corresponde a \$ 156 805,00.

Por otro lado, al no reciclar las restantes toneladas se estaría generando una economía perdida, la cual es determinada de acuerdo al porcentaje que no se aprovecha y por lo tanto, se estarían desperdiciando recursos naturales, energía y agua. A continuación, en el Cuadro 4.25, para el escenario 1 se desglosa la economía perdida asociada:

**Cuadro 4.25. Economía perdida anualmente por el no reciclaje, para el escenario 1.**

<b>Tipo de residuo</b>	<b>Toneladas no recicladas</b>	<b>Pérdidas de materia prima (\$)</b>	<b>Pérdidas de energía (\$)</b>	<b>Pérdidas de agua (\$)</b>	<b>Total de pérdida (\$)</b>
Aluminio	9,1	1 371	9 580	-	10 951
Vidrio	56	3 367	2 226	-	5 594
Papel y cartón	102	30 704	22 273	11 954	64 932
Plástico	82	205 229	26 975	-	232 204
<b>Total</b>	<b>249</b>	<b>240 671</b>	<b>61 054</b>	<b>11 954</b>	<b>313 681</b>

Esto quiere decir que al sumar las pérdidas totales de acuerdo al tipo de residuo, el costo evitado de recolección y la inversión por el reciclaje, la economía pérdida total corresponderá a \$ 291 209,00.

Para el Escenario 2 en el Cuadro 4.26 se muestra la economía de materias primas, energía y agua de acuerdo al tipo de residuo.

**Cuadro 4.26. Economía obtenida anualmente por el reciclaje, para el escenario 2.**

<b>Tipo de residuo</b>	<b>Toneladas recicladas</b>	<b>Ahorro de materia prima (\$)</b>	<b>Ahorro de energía (\$)</b>	<b>Ahorro de agua (\$)</b>	<b>Total de Ahorro (\$)</b>
Aluminio	7	1 054	7 369	-	8 424
Vidrio	43	2 590	1 713	-	4 303
Papel y cartón	78	23 619	17 133	9 195	49 948
Plástico	63	157 868	20 750	-	178 619
<b>TOTAL</b>	<b>191</b>	<b>185 133</b>	<b>46 965</b>	<b>9 195</b>	<b>241 293</b>

Tomando en cuenta la economía total de acuerdo al tipo de residuo, el costo evitado de recolección y la inversión por el reciclaje la economía total corresponde a \$ 224 007,00. Por otro lado al no reciclar las restantes toneladas se estaría generando una economía perdida, la cual se desglosa en el Cuadro 4.27 para el escenario 2:

**Cuadro 4.27. Economía perdida anualmente por el no reciclaje, para el escenario 2.**

<b>Tipo de residuo</b>	<b>Toneladas no recicladas</b>	<b>Pérdidas de materia prima (\$)</b>	<b>Pérdidas de energía (\$)</b>	<b>Pérdidas de agua (\$)</b>	<b>Total de pérdida (\$)</b>
Aluminio	7	1 054	7 369	-	8 424
Vidrio	43	2 590	1 713	-	4 303
Papel y cartón	78	23 619	17 133	9 195	49 948
Plástico	63	157 868	20 750	-	178 619
<b>TOTAL</b>	<b>191</b>	<b>185 133</b>	<b>46 965</b>	<b>9 195</b>	<b>241 293</b>

Esto quiere decir que al sumar las pérdidas totales de acuerdo al tipo de residuo, el costo evitado de recolección y la inversión por el reciclaje la economía pérdida total corresponderá a \$ 224 007,00.

Respecto de las materias primas, seguido se desglosan, en el Cuadro 4.28, las reservas naturales que son economizadas y perdidas con la separación y reciclaje de los RS de acuerdo a ambos escenarios. Sin embargo es importante destacar que los valores indicados en el balance ambiental final son para efecto ilustrativo y no poseen carácter científico (Magera, 2007b)

**Cuadro 4.28. Ahorro y pérdida por materia prima para ambos escenarios.**

<b>Materia prima</b>	<b>35%</b>		<b>50%</b>	
	<b>Ahorro</b>	<b>Perdida</b>	<b>Ahorro</b>	<b>Perdida</b>
Bauxita (aluminio)	24 Ton	45 Ton	35 Ton	35 Ton
Arena, barrilla, calcáreo y feldespató (vidrio)	36 Ton	67 Ton	51 Ton	51 Ton
Árboles salvadas (papel y cartón)	1 102 Árboles	2 046 Árboles	1 574 Árboles	1 574 Árboles
Petróleo (plástico) en barriles	3 Barriles	6 Barriles	4 Barriles	4 Barriles

### 4.5.3 Resumen de resultados finales

Como se detalló en los apartados anteriores, independientemente de los escenarios planteados, se genera una reducción en los costos de fabricación de nuevos productos al economizar en materia prima, energía y agua para cada uno de los residuos analizados. En el Cuadro 4.29 se desglosan los ahorros y pérdidas de acuerdo a cada escenario propuesto.

**Cuadro 4.29. Economía obtenida y pérdida para cada escenario propuesto.**

<b>Economía</b>	<b>Escenario 1</b>		<b>Escenario 2</b>	
	<b>Ahorro (\$)</b>	<b>Perdida (\$)</b>	<b>Ahorro (\$)</b>	<b>Perdida (\$)</b>
Materia prima	129 592	240 671	185 131	185 131
Energía	32 875	61 054	46 965	46 965
Agua	6 437	11 954	9 195	9 195
<b>TOTAL</b>	<b>168 904</b>	<b>313 681</b>	<b>241 294</b>	<b>241 294</b>

Para el caso particular del aluminio, su producción es responsable aproximadamente del 3% del uso mundial de electricidad, por lo que se encuentra dentro de los sectores económicos que más energía consumen en el mundo. En promedio para la elaboración de utensilios de este material se utiliza alrededor de un 90% más que si se produjeran a partir de material reciclado. (Díaz, Díaz, Macías, & Sánchez, n.d.)

Adicionalmente, casi la totalidad de los productos de aluminio pueden, desde un punto de vista técnico y económico ser reciclados varias veces para producir nuevos productos, sin perder su calidad y propiedades. A ello se suma el hecho de que al reducir la necesidad de extraer bauxita, el reciclaje contribuye a evitar los residuos mineros tóxicos (Renner, 2009).

El papel y cartón por su parte tienen un fuerte impacto ambiental y social, ya que esta industria ocupa el quinto lugar del sector industrial en consumo de energía, y utiliza más agua por cada tonelada producida que cualquier otra industria. (Rodríguez, 2014) En promedio al reciclar el papel se puede ahorrar entre un 65% y un 70 % de la energía necesaria y disminuir el consumo de agua en un 85% (Vaderrama & Isaza, 2001).

Con el reciclaje del plástico se consume aproximadamente entre el 11 % y el 12 % de la energía necesaria para producir el mismo producto a partir de resina virgen. Lo que representa una gran ventaja para el ambiente por la menor emisión de gases con efecto invernadero. (Mario Tonelli, 2013). Respecto del vidrio es importante señalar que el reciclaje de vidrio necesita un 26% menos de energía que la producción original (Mata & Gálvez, n.d.).

Por lo anterior el aprovechamiento de los residuos de papel y cartón, aluminio, plástico y vidrio representan un importante ahorro de recursos naturales, energía y agua que se ven reflejados en la economía anual que se puede obtener si se reciclara el 100% de los residuos generados, sin embargo, en ambos escenarios a pesar de que el ahorro no supera a la pérdida, este representa un monto monetario importante que de otro modo se estaría desaprovechando.

Respecto de las materias primas, la extracción y procesamiento de las mismas generan una serie de contaminantes que pueden reducirse con la reinsertión del material de reciclaje al ciclo de fabricación del producto. Dichos ahorros están representados en el Cuadro 4.30.

**Cuadro 4.30. Ahorros y pérdidas por materia prima para cada escenario.**

<b>Materia prima ahorrado</b>	<b>Escenario 1</b>		<b>Escenario 2</b>	
	<b>Ahorro</b>	<b>Perdida</b>	<b>Ahorro</b>	<b>Perdida</b>
Bauxita (aluminio)	24 Ton	45 Ton	35 Ton	35 Ton
Arena, barrilla, calcáreo y feldespato (vidrio)	36 Ton	67 Ton	51 Ton	51 Ton
Árboles salvadas (papel y cartón)	1 102	2 046	1 574	1 574
Petróleo (plástico) en barriles	3	6	4	4

Por ejemplo alrededor del mundo el papel y cartón, la industria puede consumir hasta 4.000 millones de árboles cada año (A. Camacho, 2011), lo que representa alrededor del 40% de toda la madera talada para usos industriales de las cuales el 25% son cortas directas para la industria del papel, mientras que el otro 15% restante procede de subproductos de otros sectores (aserrín, fabricación de tableros, etc.). La procedencia de esta madera se distribuye en un 17% entre Bosques Primarios, los cuales no se pueden sustituir; 54% de bosques secundarios y 29% de plantaciones forestales.(Brown, Flavin, French, Postel, & Starke, 2000)

En el proceso de fabricación de la pasta se vierten aproximadamente a los ríos 950 000 Ton de compuestos órgano clorados, se emite a la atmósfera 1 00 000 Ton de dióxido de azufre y 20 000 Ton de cloroformo (Greenpeace, 2006) .Con el reciclaje del papel y cartón se evitaría un 74% de gases que contaminan la atmósfera y un 35% de contaminación en las aguas (Buriticá, 2013) .Con la aplicación del Centro de recuperación de residuo en Orosi se produciría un ahorro de 1 102 árboles aproximadamente para el escenario 1 y 1 574 en el escenario 2, lo que representa un aporte importante al ambiente.

En el caso del aluminio la bauxita es el minera con el que se elabora este material, se extrae de las minas de tajo o a cielo abierto, para lo cual se deben quitar los árboles y plantas, rocas y suelo (MRECIC, 2010). Con el reciclaje de se reduce considerablemente la cantidad de materia prima, para tener una idea de la magnitud de la cantidad de bauxita que se requiere para la producción de 1 tonelada de aluminio se necesitan 4 toneladas de bauxita (Röben, 2003). Por lo que una disminución de 24 Ton al reciclar el 35% y 35 Ton con el 50% del residuos de aluminio generado, representa una a reducción que ayuda a mitigar el impacto generado por esta industria.

La industria del plástico se consume alrededor de un 4% del consumo global de petróleo crudo como materia prima, por lo que cada kilogramo de plástico requiere unos dos kilogramos de petróleo aproximadamente. Sin embargo si en la fabricación del plástico se sustituye el petróleo por un producto reciclado, disminuye el consumo de materia prima al tiempo que se incrementa el rendimiento del plástico en su ciclo de vida. (Hannequart, 2014)

Su producción acarrea una serie de problemáticas ambientales como la emisión de gases de invernadero (metano, óxido nitroso y bióxido de carbono). En comparación con los procesos de producción de resinas vírgenes, los procesos de reciclaje producen menos CO<sub>2</sub>. En un estudio realizado por la Comisión Europea se determinó que el HDPE virgen genera 700 kg CO<sub>2</sub>/Ton mientras que el reciclado solamente 200 kg CO<sub>2</sub>/Ton en los Estados Unidos. (Hannequart, 2014)

Para el vidrio, al recuperarlo se genera una reducción de 1,2 kg de materia prima por cada kilogramo de vidrio reciclado (Röben, 2003). En el caso de aprovechar un 35% el vidrio se ahorrarían 36 Ton toneladas de materias primas y 51 Ton en el caso de aumentar el porcentaje a 50%. Lo que contribuye no solo el uso racional de los recursos naturales sino también a la disminución de la contaminación generada por la producción de vidrio virgen.

Según Röben (2003), el material generado por reciclaje reduce alrededor de 11m<sup>3</sup> de agua por tonelada de vidrio reciclado lo que representa menos carga de sales a las aguas superficiales, y el caso del aire se ven reducidas las emisiones de SO<sub>2</sub>,NO<sub>x</sub>, gracias al uso reducido de soda y combustibles.

Al realizar una comparación entre la ganancia obtenida del reciclaje desde el ámbito ambiental y económico se evidencia que, con una ganancia ambiental de \$ 168 904 y una económica de \$ 22 935 al aprovechar el 35% de los residuos aprovechados por el centro de recuperación, la ganancia ambiental es mucho mayor, por lo que basados en este rubro la implementación de un proyecto de esta índole es viable. Sin embargo, en la actualidad la ganancia económica es la única tomada en cuenta para la toma de decisiones dejando de lado la

economía que resulta del ahorro de materias prima, agua y energía de la fabricación de productos a partir de la reutilización de los materiales.

## 5. CONCLUSIONES

- La aplicación de las encuestas en la zona bajo estudio permitió identificar una serie de comportamientos que resultan indispensables a la hora de realizar el estudio de caracterización, ya que no solamente permitió una adecuada planificación de las rutas de muestreo, si no que facilitó la elaboración del plan de acción para la toma de las muestras.
- Se logró determinar que en la comunidad, tanto en las viviendas como en los comercios, existe conciencia ambiental que se refleja en su opinión sobre la importancia de la implementación de estrategias y programas de aprovechamiento de los RS; ya que si bien la mayor parte de la comunidad considera que el servicio de recolección es bueno también opinan que unas de las principales debilidades que posee es la ausencia de la recolección diferenciada de los residuos y un apropiado sistema de aprovechamiento de los mismos.
- Los hábitos y costumbres propios de la zona bajo estudio, representan uno de los hallazgos más importantes a la hora de realizar una correcta interpretación de los resultados obtenidos en un estudio de generación y composición de los RS. Gracias a esto se pudo justificar el hecho de los resultados obtenidos de la producción per cápita no se ajustaran al promedio nacional.
- En relación a la composición de los RS por categoría; el caso más representativo corresponde a los residuos orgánicos, donde su promedio se encontraba muy por debajo en relación con los reportados a nivel nación y en la municipalidad de Goicoechea.
- La determinación de la generación per cápita en la planificación de un proyecto de aprovechamiento de los RS es clave para el éxito del diseño de las instalaciones y que también es un dato para el análisis de las variables financieras, ya que permite conocer con mayor seguridad la cantidad de residuos generados por la comunidad y que pueden

ser aprovechados para darle sostenibilidad económica al centro de recuperación en su etapa de implementación.

- Respecto del diseño del centro de recuperación, el lote para la construcción del mismo, al disponer de un área reducida dificultó el dimensionamiento de los módulos y áreas que componen la obra, esto porque para la cantidad de residuos generados es necesario un terreno de mayor dimensión que permita un diseño apropiado para un periodo de rotación de materiales más amplio, de alrededor de un mes para todos las categorías de residuos.
- Al realizar el análisis de viabilidad económica, este indicó que es necesario una recuperación de aproximadamente el 58% de los residuos aprovechables por el centro de recuperación. Lo cual significa que para la auto-sustentabilidad se requiere un alto volumen de residuos con el propósito de tener suficientes ingresos para el mantenimiento y operación del mismo. Por lo que una vez más se concluye que al manejar los proyectos de este tipo bajo una perspectiva económica, no son rentables a menos que se ofrezca mano de obra voluntaria e instalaciones donadas por instituciones como Municipalidad u otras.
- Sobre los residuos que representan un mayor ingreso económico para el centro de recuperación, se determinó que el aluminio y otros metales corresponden a los materiales más valiosos. Sin embargo debido a las costumbres de los habitantes en la zona rural la generación de estos residuos es bastante baja, y por lo tanto disminuye la rentabilidad del centro de recuperación.
- Es importante señalar que al implementar un sistema de recuperación de RS aunque los beneficios económicos no sean tan perceptibles, los ambientales si lo son, por el gran ahorro de recursos naturales y la disminución en el impacto que representa la extracción de materias primas y la elaboración de productos vírgenes.
- La sociedad actual no se encuentra preparada para la implementación de sistemas de reciclaje de residuos valorizables, ya que, la ganancia económica es la única tomada en

cuenta para la toma de decisiones dejando de lado la economía ambiental que resulta del ahorro de las materias prima, agua y energía, al fabricar productos a partir de la reutilización de los materiales.

- Con respecto a los resultados obtenidos en el estudio de viabilidad ambiental, la contaminación a suelos, mantos acuíferos y a la atmósfera, estos ahorros se pueden traducir a valores económicos, que independientemente de los escenarios planteados, en ambos casos se encuentra en el orden de los miles de dólares, en una situación teórica.
- De acuerdo con el estudio realizado y la metodología aplicada se pudo cumplir en un 100% de los objetivos planteados al inicio.

## 6. RECOMENDACIONES

- Respecto de las encuestas futuras a aplicar, se recomienda incluir dentro de las preguntas la disposición de las personas, a participar en la separación de residuos, así como para llevar los mismos al punto de aprovechamiento.
- Formular un método que facilite el muestreo de las mismas viviendas que fueron encuestadas, de manera tal que el resultado obtenido de producción per cápita sea más exacto, al calcularlo dividiendo directamente el número de habitantes por cada vivienda entre los kilogramos que se generan en ellas.
- Se debe considerar para futuros estudios de Generación y Composición de RS, que estos sean más específicos en cuanto a las categorización por residuos, de plástico, papel, cartón, metales y vidrio. Es decir, considerar subcategorías, esto con el objetivo de obtener un porcentaje aún más real de los residuos que son realmente aprovechables.
- Enfocar el estudio al distrito completo de Orosi, así como muestrear todos los días de la semana para obtener datos más representativos, eso sí, al coordinar con la municipalidad de Paraíso para contar con recursos, tales como personal, vehículo, materiales y área adecuada, de esta forma es factibles y más fácil la implementación de un estudio detallado.
- El terreno para la construcción del Centro de Recuperación debe contar con un área más grande que permita una construcción de mayores dimensiones de los módulos y el parque del centro de recuperación, así como una zona más amplia para la construcción de futuras obras. Como proyecto a futuro se podría plantear la posibilidad de buscar estrategias de aprovechamiento de los residuos orgánicos.
- Dado que bajo los escenarios planteados no es viable económicamente la implementación de este proyecto, es necesario buscar el financiamiento externo, y sumado al hecho de que en el artículo 8 de la Ley 8839 las municipalidades están en la obligación de:

- *“Garantizar que en su territorio se provea del servicio de recolección de residuos en forma selectiva...”.*
- *“Impulsar sistemas alternativos para la recolección selectiva de residuos valorizables como contenedores o receptores, entre otros.”*
- *“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...”*

Se recomienda buscar el aporte económico en la municipalidad para disminuir los costos en cuenta infraestructura y terreno así como en la compra de equipo y maquinaria. Lo que disminuye los costos de inversión y por consiguiente el porcentaje de residuos que deben aprovecharse.

- Plantear la operación del Centro de Recuperación inicialmente con voluntarios, esto como medida para disminuir los costos de operación del centro de recuperación en el rubro que representa el mayor egreso, el cual corresponde a pago de salarios.
- Como medida para aumentar la cantidad de residuos valiosos para el Centro, por su mayor valor económico en el mercado, se recomienda la inclusión de los hoteles existentes en la zona en el proceso aprovechamiento de sus residuos.
- Igualmente, la Asociación de desarrollo de Orosi podría negociar con la Municipalidad de Paraíso para gestionar el transporte de los residuos desde las viviendas y comercios hasta el centro de recuperación, ya que además, indiscutiblemente esta iniciativa se verá reflejada en forma positiva en los gastos de la Municipalidad.
- Dado que las municipalidades están en la obligación de promover la capacitación y realizar campañas educativas de sensibilización de los habitantes para fomentar la cultura de recolección separada y de gestión integral de residuos, se puede coordinar su

colaboración para las campañas que le corresponde realizar a la Asociación de Desarrollo de Orosi.

- Este documento debe ser presentado a la ADI-Orosi, y deberá funcionar como un producto para la toma de decisiones sobre la implementación de un Centro de recuperación para la comunidad.

## 7. REFERENCIAS

- Abellán, E. (2002). *El sistema de manejo de desechos sólidos Un problema complejo que requiere de una solución integral*. Retrieved from <http://www.civiles.org/publi/articulos/avellan.pdf>
- ADI-Orosi. (2013). *PDIS, Plan para el desarrollo integral sustentable de Orosi*.
- Asamblea Legislativa de la República, C. R. Decreto N° 35906-S. Reglamento de Centros de Recuperación De Residuos Valorizables (2010).
- Asamblea Legislativa de la República, C. R. Ley para la Gestión integral de residuos sólidos. Ley numero 8839. (2010).
- Brown, L. R., Flavin, C., French, H. F., Postel, S., & Starke, L. (2000). *State of the World 2000*. Retrieved from <http://www.worldwatch.org/system/files/ESW020.pdf>
- Buriticá, Y. (2013). Vivamos en Frailes, en armonía con nuestras fuentes de agua, mediante el reciclaje. Retrieved from [http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0CCsQFjAC&url=http://agustinnietocaballero.jimdo.com/app/download/5945652757/FICHA+T%C3%89CNICA+PRAE.pdf?t=1366902880&ei=Y8pAVIGdN9LxoATEjYGoCg&usq=AFQjCNE9R104bjBkVQegzaWoItH5Lks5gQ&sig2=DoQU1mvDcBrm-WG4tKV4\\_w&bvm=bv.77648437,d.cGU&cad=rja](http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0CCsQFjAC&url=http://agustinnietocaballero.jimdo.com/app/download/5945652757/FICHA+T%C3%89CNICA+PRAE.pdf?t=1366902880&ei=Y8pAVIGdN9LxoATEjYGoCg&usq=AFQjCNE9R104bjBkVQegzaWoItH5Lks5gQ&sig2=DoQU1mvDcBrm-WG4tKV4_w&bvm=bv.77648437,d.cGU&cad=rja)
- Camacho, A. (2011). Gasto de papel provoca medidas. Retrieved from [http://www.elfinancierocr.com/ef\\_archivo/2011/marzo/27/negocios2714663.html](http://www.elfinancierocr.com/ef_archivo/2011/marzo/27/negocios2714663.html)
- Camacho, J., Murillo, J., & Yeomans, J. (2008). *Plan de negocios para la implementación de un Centro de Recuperación en Guácima, Costa Rica*. Retrieved from <http://tierratropical.org/es/editions/edition-4-1-2008/business-plan-for-the-implementation-of-a-material-recovery-center-in-guacimo-costa-rica/>
- Cárdenas, O., Rojas, S., & Porras, C. (n.d.). *Diseño y proyección logística de un centro de acopio y manejo de residuos sólidos para el Relleno sanitario Doña Juana*. Retrieved from [http://www.umng.edu.co/documents/10162/745280/V3N1\\_3.pdf](http://www.umng.edu.co/documents/10162/745280/V3N1_3.pdf)
- CYMA. (2008). *PRESOL, Plan de Residuos Solidos*. Retrieved from [http://www.digeca.go.cr/documentos/residuos\\_solidos/2-PRESOL-plan-de-accion.pdf](http://www.digeca.go.cr/documentos/residuos_solidos/2-PRESOL-plan-de-accion.pdf)
- CYMA. (2012a). *Guía de interpretación de la metodología para la realización de estudios de generación y composición de residuos ordinarios*. Retrieved from <http://www.ifam.go.cr/docs/guiainterpretmetodologia.pdf>
- CYMA. (2012b). *Manual de estimación de costos para la gestión municipal de residuos sólidos*.

- Díaz, M. de los Á., Díaz, A., Macías, A., & Sánchez, J. M. (n.d.). Reciclado de materiales. Retrieved from <http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=8&ved=0CEkQFjAH&url=http%3A%2F%2Fdialnet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F1075308.pdf&ei=M79RVKqoDMahgwSWh4G4AQ&usg=AFQjCNH2T8JMrwv5PQ-oLgNVqyg7FDZ5cw&sig2=UEqofWILHCEr2LazFydvmA&bvm=bv.78597519,d.eXY&cad=rja>
- Dubanowitz, A. (2000). *Design of a Materials Recovery Facility (MRF) For Processing the Recyclable Materials of New York City's Municipal Solid Waste*. Retrieved from <http://www.seas.columbia.edu/earth/dubanmrf.pdf>
- Elizondo, K., Martén, E., & Astorga, Y. (2011). *Determinación de la generación y la composición de residuos sólidos ordinarios en el cantón de Goicoechea*. Retrieved from <http://www.femetrom.go.cr/docs/proyectos/Caracterizacion de residuos Final Goicoechea - 2011.pdf>
- EPA. (2014). Wastes - Non-Hazardous Waste. Retrieved from <http://www.epa.gov/epawaste/nonhaz/index.htm>
- FOMUDE. (2011). *Construcción de un centro de acopio de residuos sólidos re-utilizables, en el cantón de palmares, Alajuela y operación del mismo a cargo de un grupo cooperativo: cooperativa autogestionaria de conservación ambiental de mujeres de palmares R.L.* Retrieved from <http://www.ifam.go.cr/PaginaIFAM/docs/PRODUCTOS FOMUDE 2006-2011/R4-Productos/P6 Perfiles de Proyectos PNUD-ONUHABITAT/CANTÓN DE PALMARES/CENTRO DE ACOPIO/02 PERFIL CENTRO DE ACOPIO PALMARES.pdf>
- Greenpeace. (2006). *Plan de Producción Limpia para la Industria del Papel*. Retrieved from <http://www.greenpeace.org/argentina/Global/argentina/report/2006/4/el-futuro-de-la-produccion-de.pdf>
- Griselda, R. (2005). *Diagnóstico de la problemática de los residuos sólidos urbanos en el municipio de Ciudad Ixtepec, Oaxaca*. Retrieved from [http://www.umar.mx/tesis\\_PA/tesis\\_digitales/RIVERA-SANCHEZ-AMB.pdf](http://www.umar.mx/tesis_PA/tesis_digitales/RIVERA-SANCHEZ-AMB.pdf)
- Hannequart, J.-P. (2014). *Reciclaje de residuos plásticos, una guía de buenas prácticas por y para las autoridades locales y regionales*. Retrieved from <http://www8.madrid.org/gema/fmm/reciclaje.pdf>
- Herrera, A. (2010). *Desarrollo de un plan de manejo de residuos sólidos urbanos para el municipio de El Espinal, Oaxaca*. Retrieved from <http://itzamna.bnct.ipn.mx/dspace/handle/123456789/7005>
- Jara, D. (2008). *Por la gestión integral de residuos sólidos en Costa Rica*. Retrieved from <http://www.ifam.go.cr/PaginaIFAM/docs/PRODUCTOS FOMUDE 2006-2011/R3->

Productos/P24 Técnico en Gestión Ambiental/Curso 2/Documentos/Semana 6/ambientico girs 17811.pdf

- Magera, M. (2006). Reciclaje y Emprendimiento en la Gestión de Residuos Sólidos en Costa Rica. El Diagnóstico de la Basura.
- Magera, M. (2007a). Metodología del programa VERDES. Viabilidad económica del reciclaje de los residuos sólidos. Costa Rica.
- Magera, M. (2007b). Software VERDE CR 1.5.
- Magera, M. (2008). *Viabilidad Económica del Reciclaje de Residuos Sólidos: Un estudio de caso en el cantón de San Rafael de Heredia*. Retrieved from <http://ley8839.go.cr/blog/documentos/informes/viabilidad-economica-reciclaje-heredia.pdf>
- Maradiegue, R., & Zelaya, I. (2010). *Estudio de factibilidad y vicbilidad de un Centro de desechos sólidos en la municipalidad de San Pablo de Heredia comprendida a Diciembre de 2009*. Retrieved from <http://gabrielzelaya.com/ppt/tesis/TESIS CORREGIDA 28 DE NOVIEMBRE ESTA.pdf>
- Marín, M. (2005). Administración de Centros de copio de materiales reciclables. Retrieved from [http://www.acepesa.org/media/documentos/centros-de-acoplo\\_1.pdf](http://www.acepesa.org/media/documentos/centros-de-acoplo_1.pdf)
- Mata, A., & Gálvez, C. (n.d.). Reciclaje del vidrio. Retrieved from <http://genesis.uag.mx/posgrado/revistaelect/calidad/cal010.pdf>
- Ministerio de Hacienda. (2013). *Manual de valores bases unitarios por tipología constructiva*.
- Ministerio de Hacienda. (2014). Mapa de valores de terrenos por zonas homogéneas del Centro Urbano Orosi.
- Ministerio de Salud. (2011). *Política Nacional Para la Gestión Integral de Residuos 2010-2021*. Retrieved from [http://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/component/docman/doc\\_view/1107-politica-nacional-para-la-gestion-integral-de-residuos-2010-2021](http://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/component/docman/doc_view/1107-politica-nacional-para-la-gestion-integral-de-residuos-2010-2021)
- Ministry of Community Development. British Columbia. (2009). *Ministry of Community Development 2009 Resources From Waste: A Guide to Integrated Resource Recovery*. Retrieved from [http://www.cscd.gov.bc.ca/lgd/infra/library/resources\\_from\\_waste.pdf](http://www.cscd.gov.bc.ca/lgd/infra/library/resources_from_waste.pdf)
- MRECIC. (2010). Sector de la Industria del Aluminio y sus manufacturas. Retrieved from <http://www.argentinatradenet.gov.ar/sitio/estrategias/Aluminio y sus manufacturas.pdf>
- MTSS. (2014). Lista de Salarios Mínimos Segundo Semestre 2014. Retrieved from [http://www.mtss.go.cr/images/stories/Lista\\_salarios\\_II\\_semestre\\_2014.pdf](http://www.mtss.go.cr/images/stories/Lista_salarios_II_semestre_2014.pdf)

- Municipalidad de Paraíso, C. M. para la G. I. de los R. S. (2013). *Plan Municipal de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PMGIRS)*.
- OECD. (2011). *Greening Household Behaviour. The role of public policy*. Retrieved from <http://center.sustainability.duke.edu/sites/default/files/documents/publicpolicyforsustainability.pdf>
- Paniagua, N., Giraldo, E., & Castro, L. (2011). *Manual para el manejo de residuos sólidos*. Retrieved from <http://itagui.areadigital.gov.co/institucional/Documents/Manua para el manejo integral de Residuos Solidos en el Valle de Aburr%C3%A1.pdf>
- Quijada, O., & Soto, S. (2008). *Estudio de composición de los residuos sólidos urbanos, en Esparza, Puntarenas, Costa Rica*. Retrieved from [http://www.tecdigital.itcr.ac.cr/servicios/ojs/index.php/tec\\_marcha/article/view/181](http://www.tecdigital.itcr.ac.cr/servicios/ojs/index.php/tec_marcha/article/view/181)
- Renner, M. (2009). Surges, World Metals Production. Retrieved from <http://vitalsigns.worldwatch.org/vs-trend/world-metals-production-surges>
- Ricardo, I., & Daniel, C. (2002). *Valorización de residuos sólidos urbanos*. Retrieved from <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd48/valoriza-residuos.pdf>
- Röben, E. (2003). El Reciclaje: Oportunidades Para Reducir la Generación de los Desechos Sólidos y Reintegrar Materiales Recuperables en el Círculo Económico. Retrieved from [http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guiaicalde/3residuos/d3/062\\_Reciclaje/Reciclaje.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guiaicalde/3residuos/d3/062_Reciclaje/Reciclaje.pdf)
- Rodríguez, C. (2014). Buenas Practicas Administrativas, Proyecto cero Papel. Retrieved from <http://manta-cundinamarca.gov.co/apc-aa-files/495052435f494e464f524d4547454c54/mantaproyecto-cero-papel.pdf>
- Soto, S. (2006). *Duodécimo informe sobre el estado de la nacion en desarrollo sostenible, situación actual de la gestión de los residuos sólidos en Costa Rica*. Retrieved from [http://www.estadonacion.or.cr/files/biblioteca\\_virtual/012/Gestion\\_residuos\\_solidos.pdf](http://www.estadonacion.or.cr/files/biblioteca_virtual/012/Gestion_residuos_solidos.pdf)
- Tchobanoglous, G., Theissen, H., & Eliassen, R. (1982). *Desechos sólidos principios de ingeniería y administración*. Retrieved from <http://www.bvsde.paho.org/acrobat/desecho2.pdf>
- Tello, P., Martínez, E., Daza, D., Soulier, M., & Terraza, H. (2010). *Informe de la Evaluación Regional del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en ALC 2010*. Retrieved from [http://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/3286/Informe de la Evaluación Regional del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en América Latina y el Caribe 2010.pdf?sequence=2](http://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)
- Vaderrama, O., & Isaza, J. (2001). Programa de reciclaje y disminución del consumo de papel. Retrieved from [http://www.odontologia.unal.edu.co/hazunbuenpapel/docs/ProgramaReciclajePapel\\_v1.pdf](http://www.odontologia.unal.edu.co/hazunbuenpapel/docs/ProgramaReciclajePapel_v1.pdf)

Vásquez, N., & Víquez, C. (2005). *El Reciclaje como Alternativa para el manejo de los Desechos Sólidos*. Retrieved from [http://repositorio.uned.ac.cr/reuned/bitstream/120809/888/1/El Reciclaje como alternativa para el manejo de los Desechos Solidos.pdf](http://repositorio.uned.ac.cr/reuned/bitstream/120809/888/1/El%20Reciclaje%20como%20alternativa%20para%20el%20manejo%20de%20los%20Desechos%20Solidos.pdf)

## **8. ANEXOS**

## 8.1 ANEXO 1.DETALLES DE LA METODOLOGIA APLICADA PARA EL ESTUDIO DE GENERACIÓN Y COMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.

### 8.1.1 Metodología aplicada para el estudio de generación y composición de Residuos Sólidos domésticos y comerciales.

Con el objetivo de obtener información y realizar el diagnóstico de la generación y composición de los residuos en la comunidad de Orosi Centro, fue necesaria la aplicación de encuestas de opinión que se aplicaron diversos contextos. Por ejemplo, se entrevistó a las autoridades municipales responsables del manejo de los RS para conocer las condiciones actuales del servicio de recolección de los mismos y la infraestructura con la que cuenta la municipalidad de Paraíso que es a la que pertenece el distrito de Orosi.

Además, se recolectó otro tipo de información localizada en documentos y registros públicos, además se analizaron estudios anteriores del manejo de residuos en el territorio nacional y en Latinoamérica. Se definió de esta forma dado que los estudios ofrecen condiciones similares en el tema de estudio.

Otros métodos aplicados para la recolección de información correspondieron a la observación de aspectos de diferentes ámbitos, actividades y hechos relevantes, como sigue:

- Ambiente físico (entorno): se identificaron las características relacionadas al depósito de los residuos, olores, presencia de vectores en el sitio de disposición de los recipientes de residuos para su recolección.
- Ambiente social y humano (generado en el ambiente físico): Aquí se observaron las condiciones y las acciones ejecutadas por la sociedad civil relacionado con las buenas prácticas de manejo de residuos.
- Actividades (acciones): Acciones de los encargados de gestionar los residuos.
- Hechos relevantes: Acciones de mitigación, acciones paliativas al problema, malas decisiones que no se sustentan en criterios técnicos, entre otros.

Se efectuó un estudio de generación y caracterización de RS de tipo domiciliario y comercial; adicionalmente se determinó el peso volumétrico de los mismos. Todo se realizó utilizando el método de cuarteo y las normas costarricenses correspondientes.

El diseño experimental se basó en el aprobado por la Ley 8839, esto con el fin de darle un sustento normativo y técnico al procedimiento, denominado: “*Metodología para Estudios de Generación y Composición de Residuos Sólidos Ordinarios*”

Posterior a la reunión con la Asociación de Desarrollo de Orosi se decidió realizar el trabajo propuesto en el distrito de Orosi, el cual tuvo lugar en los meses de Junio, Julio y Agosto del 2014. Se seleccionó la zona de Orosi Centro para realizar el estudio. Por contar ésta con una dinámica social y económica representativa del distrito. La característica de ser una zona pequeña con concentración de actividades económicas y poblacionales facilitó el estudio; Según el último censo del INEC (2011), más del 49 por ciento de la población del distrito de Orosi se encuentra ubicado en esta área, otra razón que refuerza la selección del distrito.

Tal y como lo establece la metodología en Ley 8839 se procedió a estratificar la zona en estudio de acuerdo al nivel socioeconómico en alto, medio y bajo. Sin embargo, es importante agregar que en la zona no se cuenta con datos específicos sobre la cantidad poblacional pertenecientes a cada estrato socioeconómico, por lo que, para tal propósito se utilizó como referencia el mapa de valores de terreno por zonas homogéneas para la provincia de Cartago, cantón de Paraíso del Ministerio de Hacienda. Los mapas de valores de terrenos por zonas homogéneas son elaborados por el Órgano de Normalización Técnica de la Dirección General de Tributación Directa del Ministerio de Hacienda para cada uno de los cantones del país

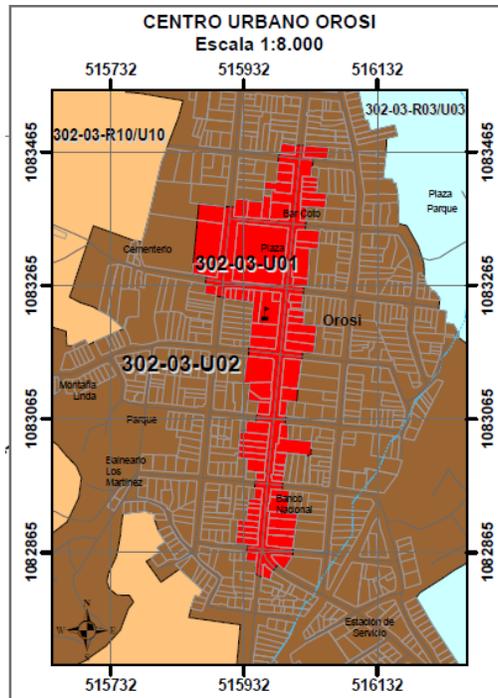


Figura 8.1. Mapa de valores de terrenos por zonas homogéneas del Centro Urbano Orosi

Según la investigación de la Dirección de Vivienda y Asentamientos Humanos, “*Estrato Socio Económico Medio, Análisis de tendencias en materia de vivienda, y una propuesta de lineamientos para su atención.*”, las zonas estratificadas como Media corresponden a los tipos de residencia VC03, VC04, VC05. Tomando en cuenta dicha investigación la zona de Orosi Centro en su totalidad corresponde a estrato socioeconómico Medio-Bajo con respecto de las viviendas, como se aprecia en el siguiente cuadro.

Cuadro 8.1. Matriz de información del mapa de valores de terreno por zonas homogéneas para el Centro urbano de Orosi Centro

Característica	Área	
	Área comercial	Periferia Orosi
Nombre	Área comercial	Periferia Orosi
Código de la zona	302-03-U01	302-03-U02
Color		
Valor (¢/m <sup>2</sup> )	60 000	40 000
Área (m <sup>2</sup> )	150	160
Frente (m)	9	8
Regularidad	1	1
Tipo de vía	2	4
Pendiente (%)	0	0
Servicios 1	4	4

Continuación Cuadro 8.1

<b>Característica</b>	<b>Área</b>	
Servicios 2	16	16
Nivel	0	0
Ubicación	5	5
Tipo de residencial	-	VC03

Fuente: (Ministerio de Hacienda, 2014)

Se determinó que sería factible trabajar dividiendo la zona en dos áreas a muestrear. Las áreas en las que se dividió la zona fueron: 1. Área Habitacional y 2. Área Comercial

Para la recolección de las muestras se prefirió el día lunes tomando en cuenta que es el día de mayor acumulación de residuos y por lo tanto más representativo, al acumularse residuos de los días jueves, viernes, sábado y domingo. No se trabajó el siguiente día de recolección, es decir el jueves, ya que no se contaba con recursos para realizar el muestreo ambos días, entendiéndose capital humano y vehículo para el transporte de residuos.

Se solicitó a la Municipalidad de Paraíso la información sobre división administrativa, mapas catastro, rutas y periodos de recolección. Con el INEC se obtuvo el número de habitantes y número de viviendas en la zona de Orosi Centro, y con el Ministerio de Hacienda se obtuvo el mapa de Valores de terreno. Una vez que se tuvo dicha información, se procedió a depurar la base de datos suministrada y se estableció la cantidad de viviendas y comercios a muestrear. Estos fueron de 150 viviendas y 45 comercios.

Uno de los aspectos más delicados dentro de todo estudio es la determinación de la muestra a tomar. Esta selección debe de ser realizada con sustento estadístico de tal forma que el estudio sea representativo y tenga significancia estadística. (Elizondo, 2011). Es por esto que se debe de seguir una metodología ya aprobada a la hora de seleccionar la muestra, por lo tanto, para efectos de este estudio se siguió la establecida por el Ministerio de Salud, en el Decreto Ejecutivo: 37745, "Metodología para Estudios de Generación y Composición de Residuos Sólidos Ordinarios"

En el cálculo para determinar el tamaño de la muestra se debe considerar un nivel de confianza, un nivel de error de estimación, un valor de variación y como mínimo un 25% adicional de unidades para compensar ante posible “no-respuesta

Si bien la metodología establece que previo al muestreo se debe informar a la población, especialmente a las casas seleccionadas para la toma de las muestras, en este caso en particular se decidió no informar con el objetivo de evitar una afectación al comportamiento respecto de la generación de residuos, ya sea que generen menor a mayor cantidad, o bien que los habitantes saquen residuos que tengan acumulados; acciones que pueden ocurrir de manera consciente o inconsciente. Por lo tanto, no fue necesario considerar el porcentaje de “no respuesta”, el cual se aplica en el caso de no encontrar residuos en las viviendas o comercios seleccionados.

**Cuadro 8.2. Cantidad de viviendas y comercios a muestrear.**

Área en estudio	Tamaño de la muestra (n)		
	Sin consideración “no respuesta”	Consideración “no respuesta”	Viviendas/ comercios muestreados
Habitacional	124	155	130
Comercial	36	45	36

Una vez determinado el tamaño de la muestra se establecieron el número de muestras a tomar por día de muestreo, seguido se definió la ruta óptima de recolección de la muestra, la cual se marcó en el mapa cartográfico.

Se debe indicar que, si bien, la ruta de recolección municipal debe ser tomada en cuenta para definir la ruta de muestreo; la municipalidad de Paraíso no cuenta con las rutas de recolección debidamente documentadas, por lo tanto se muestreó primero el área más cercana al centro de Orosi y se fue desplazando hacia las afueras. Esto porque de acuerdo a la entrevista realizada al encargado del sistema de recolección se estableció que el área central es la primera en ser recolectada. Con base en esta ruta se realizaron encuestas en las viviendas y comercios

Es necesario informar de previo a las casas seleccionadas en este caso en particular se decidió no informar ni señalar las misma, esto porqué en el documento “*Determinación de la generación y la composición de Residuos Sólidos ordinarios en el cantón de Goicoechea*” los

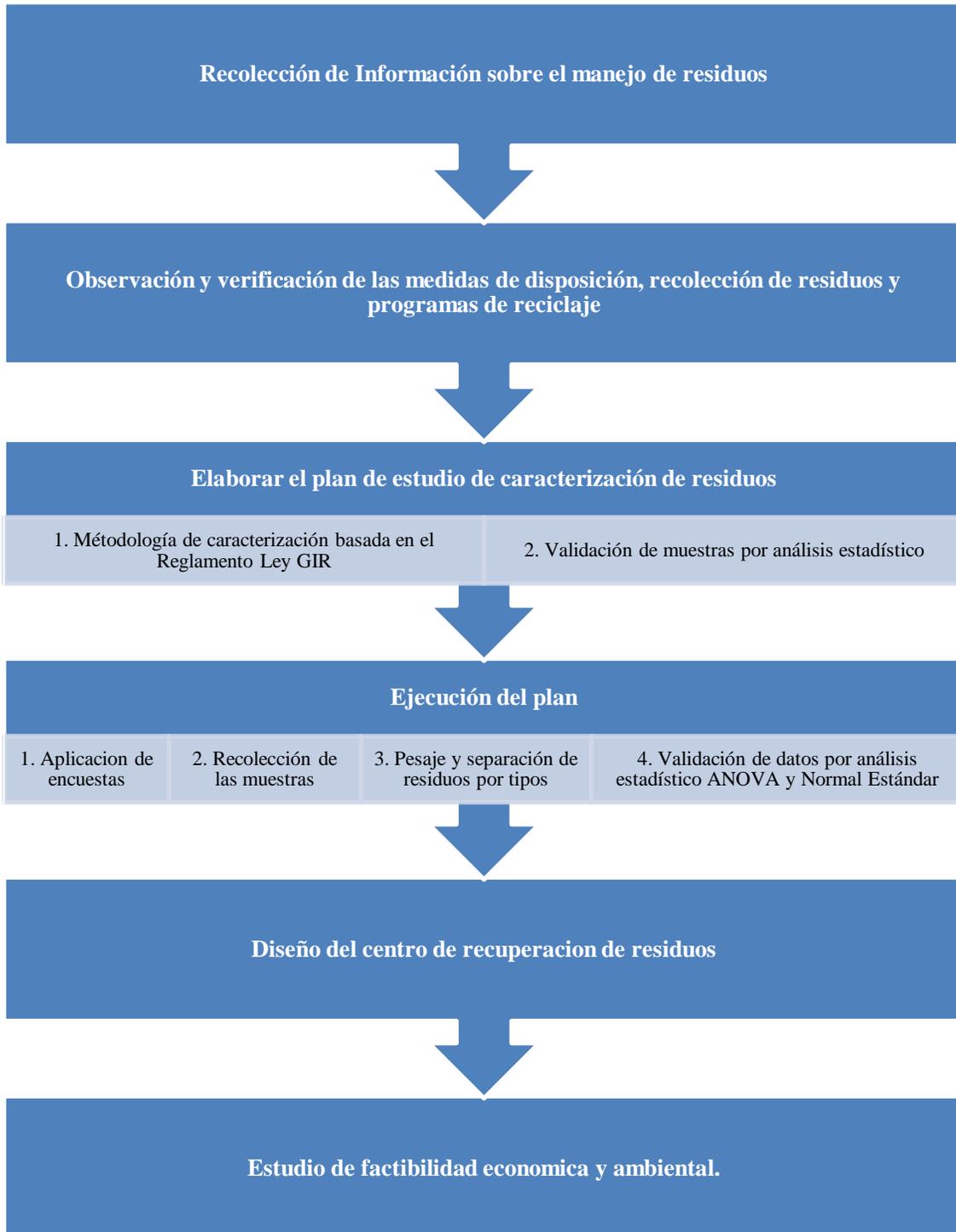
autores determinaron que no es apropiado principalmente porque los vecinos externaron su disconformidad al contar con marcas en su propiedad.

Para la toma de la muestra representativa, se realizó la recolección de los RS durante un día a la semana, por cinco semanas, con lo que se cubría la ruta que se realiza el día lunes. La dinámica consistió en recolectar casa por casa a través de las rutas marcadas en el mapa catastrado y recolectando todas las bolsas de residuos existentes y fuera de cada una de ellas, tratando de imitar la ruta que se siguió en el censo.

En el caso de que en la vivienda no hubiera residuos se procedió a tomar la muestra en la siguiente casa, de manera que en cada una de las rutas se tomara la cantidad de bolsas determinada previamente. Estas bolsas se marcaron una a una, indicando el número de vivienda a la que correspondía; esto fue para, posteriormente, medir la masa de cada una de ellas en el sitio dispuesto para tal fin, con lo que se determinó generación per cápita en cada una de las viviendas y posteriormente la producción per cápita de Orosi centro.

Un punto a considerar fue que en la comunidad se acostumbra, en algunas viviendas y comercios, a colocar las bolsas con los residuos en un sitio en común, por lo que basándose en las encuestas realizadas se determinó que cada vivienda acumulaba alrededor de una bolsa de basura los días previos al día de recolección, por lo que en estos casos se recolectaron las bolsas tomando en cuenta que cada una de ellas representaba una vivienda. (Ver sección 4.1.1.5 y 4.1.2.6)

A continuación se presenta un esquema que representa el resumen de la metodología aplicada durante el estudio:



**Figura 8.2. Esquema del resumen metodológico.**

## 8.2 ANEXO 2. INSUMOS NECESARIOS PARA EL TRABAJO DE CAMPO

### **Materiales y suministros**

Para efectuar el trabajo de campo fue necesario contar con:

- ❖ Colaboradores: dos personas, los cuales cumplieron con el rol de chofer, recolectores y ayudantes de caracterización.
- ❖ Camión de cajón.
- ❖ Báscula de gancho, de una capacidad de 50 kg, para la medición de la masa de residuos.
- ❖ Bolsas para basura grandes (de jardín) para recolectar contener las fracciones de residuos separados.
- ❖ Sitio de trabajo.
- ❖ Cuchillas para apertura de bolsas.
- ❖ Cinta adhesiva.
- ❖ Marcadores y lapiceros.
- ❖ Gasas plásticas o cintas plásticas para identificación de las muestras.
- ❖ Artículos de seguridad ocupacional: mascarillas para polvos, guantes de neopreno, botas.
- ❖ Pala, escoba, rastrillos para la recolección de los residuos al finalizar el muestreo.
- ❖ Registros de trabajo.

### 8.3 ANEXO 3. ELABORACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE TRABAJO PARA LA RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Se elaboraron tres herramientas para el estudio para el desarrollo del trabajo de campo:

1. Un registro para anotar la información de cada una de las casas a muestrear: ubicación, estrato, código de la vivienda, peso de muestras.
2. Una hoja para registrar los datos de las fracciones de materiales separados durante la caracterización de la composición de residuos, conteniendo información de: volumen de residuos, peso de residuos, peso por fracción de residuos dentro de la clasificación.
3. Una encuesta que se aplicó al iniciar el estudio y que contaba con 10 preguntas. Esta sirvió para conocer los hábitos de las personas en cuanto a la generación y separación de residuos y la cantidad de habitantes por vivienda muestreada.

8.4 ANEXO 4. ENCUESTAS APLICADAS A VIVIENDAS Y COMERCIOS.

<b>ESTUDIO DE COMPOSICIÓN Y GENERACIÓN DE RS ORDINARIOS</b> <b>MUNICIPALIDAD DE PARAÍSO, DISTRITO OROSI</b> <b>INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE RS ORDINARIOS: VIVIENDAS</b>	
Nombre del entrevistados:	Código de identificación de vivienda:
Nombre del entrevistado:	Fecha: ___/ 09 / 2014
1. Miembro de la familia entrevistado <input type="checkbox"/> padre <input type="checkbox"/> madre <input type="checkbox"/> hijo <input type="checkbox"/> otro: _____	2. En que material dispone los residuos generados para que estos sean recolectados <input type="checkbox"/> bolsas plásticas nuevas <input type="checkbox"/> bolsas plásticas usadas <input type="checkbox"/> sacos <input type="checkbox"/> cajas de cartón <input type="checkbox"/> otro: _____
3. Cuantas personas habitan la vivienda: _____	4. A qué hora saca usted los RS para su recolección: _____
5. Donde colocan los residuos para su recolección <input type="checkbox"/> la acera <input type="checkbox"/> canasta propia <input type="checkbox"/> un estañon <input type="checkbox"/> frente a su casa <input type="checkbox"/> en un sitio común <input type="checkbox"/> otro: _____	6. Cuantas bolsas de residuos se generan para los días de recolección <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 o mas
7. Separan los residuos para su posterior reciclaje <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> no responde Cuales: _____ Cantidad aproximada por semana: _____ Cuál es la disposición de los residuos: _____	8. Como considera el servicio de recolección de residuos que ofrece la municipalidad <input type="checkbox"/> deficiente                      Justifique: <input type="checkbox"/> regular <input type="checkbox"/> aceptable <input type="checkbox"/> bueno <input type="checkbox"/> excelente <input type="checkbox"/> no responde
9. Ha recibido capacitación en temas ambientales <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	

<b>ESTUDIO DE COMPOSICIÓN Y GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORDINARIOS</b> <b>MUNICIPALIDAD DE PARAÍSO / DISTRITO OROSI</b> <b>INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE RS ORDINARIOS: COMERCIOS</b>	
<b>Nombre del entrevistados:</b>	<b>Código de identificación de comercio:</b>
<b>Nombre del entrevistado:</b>	<b>Fecha: ____/ 09 / 2014</b>
1. Nombre del local: _____	2. Categoría: _____
3. Cargo de la persona entrevistada: <input type="checkbox"/> Dueño del local <input type="checkbox"/> Administrador del local <input type="checkbox"/> Empleado del local	4. Cuantos empleados laboran en el negocio: _____
5. Cuantos días a la semana permanece en funcionamiento el comercio, Cual es el horario: _____	6. En que material dispone los residuos generados para que estos sean recolectados <input type="checkbox"/> bolsas plásticas nuevas <input type="checkbox"/> bolsas plásticas usadas <input type="checkbox"/> sacos <input type="checkbox"/> cajas de cartón <input type="checkbox"/> otro:_____
7. Donde colocan los residuos para su recolección <input type="checkbox"/> la acera <input type="checkbox"/> canasta propia <input type="checkbox"/> un estañon: <input type="checkbox"/> frente a su casa <input type="checkbox"/> en un sitio común <input type="checkbox"/> otro: _____	8. Cuantas bolsas de residuos se generan para los días de recolección <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 o mas
9. Separan los residuos para su posterior reciclaje <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> no responde Cuales: _____ Cantidad aproximada por semana: _____ Cuál es la disposición de los residuos: _____	10. Como considera el servicio de recolección de residuos que ofrece la municipalidad <input type="checkbox"/> deficiente <input type="checkbox"/> regular <input type="checkbox"/> aceptable <input type="checkbox"/> bueno <input type="checkbox"/> excelente <input type="checkbox"/> no responde
11. De la siguiente lista ¿Cuáles residuos se generan en su local, cual es el que se produce en mayor cantidad? <input type="checkbox"/> Papel/ periódico <input type="checkbox"/> Cartón <input type="checkbox"/> Vidrio <input type="checkbox"/> Plástico <input type="checkbox"/> Latas/ aluminio <input type="checkbox"/> Residuos orgánicos <input type="checkbox"/> Residuos electrónicos <input type="checkbox"/> Residuos inorgánicos <input type="checkbox"/> Otros Residuos generados en mayor cantidad: _____	12. Ha recibido capacitación en temas ambientales <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no

## 8.5 ANEXO 5: VALIDACIÓN DE MUESTRAS

Para la validación de los valores de generación per-cápita se utilizó la metodología descrita en la guía de caracterización de RS elaborado por el CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente).

### 8.5.1 Área Residencial

#### Definición de la muestra en el área Residencial

Para un número total de viviendas de 1176. La muestra se obtiene mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$n_{viv} = \left( \frac{Z^2 \times N_{viv} \times \delta}{(N_{viv} - 1) \times E_1^2 + E_1^2 \times \delta^2} \right)$$

Dónde:

$n_{viv}$  = número de viviendas que serán incluidas en el muestreo

$N_{viv}$  = número de viviendas en el área de estudio

$z$  = coeficiente de confianza al 95% = 1,96

$\delta$  = desviación estándar = 0,3 kg/habitantes./día.

$E_1$  = error permisible = 0,05 kg/habitantes./día.

El total de la muestra es de 124 viviendas, con confiabilidad del 95% y error permisible de 0.05. Considerando el 25% de muestra de contingencia se obtiene que el número de muestra sea de 155 viviendas. Sin embargo se logró muestrear 130 viviendas

#### Determinación de la generación per cápita

Para la determinación de la generación per cápita se realizó un registro de los RS, luego se promedió la generación per-cápita de cada vivienda para obtener la generación per-cápita del total de la muestra.

**Cuadro 8.3. Generación per cápita por vivienda del área en estudio**

<b>Código de identificación</b>	<b>Generación per cápita por día</b>	<b>Código de identificación</b>	<b>Generación per cápita por día</b>	<b>Código de identificación</b>	<b>Generación per cápita por día</b>	<b>Código de identificación</b>	<b>Generación per cápita por día</b>
M-1	0,37	M-63	0,39	M-94	0,31	M-100	0,28
M-2	0,34	M-64	0,34	M-95	0,3	M-101	0,29
M-3	0,35	M-65	0,28	M-96	0,34	M-102	0,26
M-4	0,23	M-66	0,22	M-97	0,38	M-103	0,32
M-5	0,44	M-34	0,21	M-98	0,22	M-104	0,08
M-6	0,34	M-35	0,38	M-99	0,31	M-105	0,26
M-7	0,39	M-36	0,37	M-67	0,18	M-106	0,37
M-8	0,41	M-37	0,31	M-68	0,33	M-107	0,34
M-9	0,37	M-38	0,39	M-69	0,32	M-108	0,38
M-10	0,44	M-39	0,18	M-70	0,34	M-109	0,32
M-11	0,31	M-40	0,43	M-71	0,31	M-110	0,28
M-12	0,31	M-41	0,29	M-72	0,3	M-111	0,39
M-13	0,34	M-42	0,25	M-73	0,34	M-112	0,34
M-14	0,11	M-43	0,31	M-74	0,31	M-113	0,34
M-15	0,38	M-44	0,34	M-75	0,35	M-114	0,34
M-16	0,59	M-45	0,25	M-76	0,38	M-115	0,35
M-17	0,31	M-46	0,32	M-77	0,4	M-116	0,38
M-18	0,38	M-47	0,25	M-78	0,37	M-117	0,34
M-19	0,84	M-48	0,38	M-79	0,31	M-118	0,31
M-20	0,37	M-49	0,34	M-80	0,31	M-119	0,24

Continuación Cuadro8.3

Código de identificación	Generación per cápita por día	Código de identificación	Generación per cápita por día	Código de identificación	Generación per cápita por día	Código de identificación	Generación per cápita por día
M-21	0,38	M-50	0,26	M-81	0,2	M-120	0,28
M-22	0,4	M-51	0,32	M-82	0,28	M-121	0,4
M-23	0,41	M-52	0,08	M-83	0,38	M-122	0,38
M-24	0,43	M-53	0,26	M-84	0,3	M-123	0,39
M-25	0,44	M-54	0,24	M-85	0,2	M-124	0,27
M-26	0,34	M-55	0,24	M-86	0,36	M-125	0,31
M-27	0,38	M-56	0,35	M-87	0,33	M-126	0,34
M-28	0,41	M-57	0,38	M-88	0,33	M-127	0,38
M-29	0,37	M-58	0,34	M-89	0,32	M-128	0,38
M-30	0,36	M-59	0,38	M-90	0,24	M-129	0,34
M-31	0,37	M-60	0,34	M-91	0,31	M-130	0,31
M-32	0,16	M-61	0,31	M-92	0,35		
M-33	0,34	M-62	0,38	M-93	0,34		

Sin embargo se detectó que los datos de algunos pesos son muy dispersos, por lo que se procedió a realizar el análisis estadístico para determinar muestras sospechosas

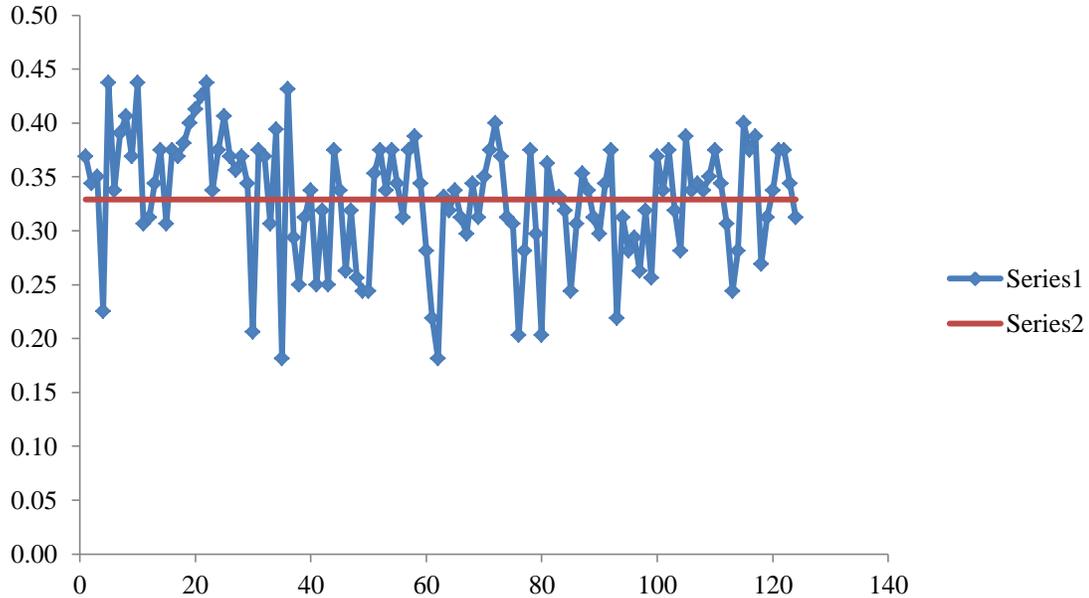


Figura 8.3.Variación de la Generación Per cápita por vivienda.

### Determinar las muestras sospechosas

Si  $n$  (número de viviendas)  $> 30$ , se puede aplicar la Prueba de la Normal estándar, para lo que se calcula  $Z_c$ . Se ordenaron los promedios de Generación Per Cápita de menor a mayor y se determinó el intervalo de sospecha ( $Z_c$ ) para cada uno de las muestra, con la fórmula que se indica a continuación:

$$Z_c = \frac{|X - X_i|}{\delta}$$

Dónde:

$Z_c$ = Intervalo de sospecha

$X_i$ = Dato de Generación Per Cápita (GPC).

$X$ = Promedio de GPC obtenido = 0,333 kg/habitantes./día.

$\delta$  = Desviación estándar obtenido= 0,0853 kg/habitantes./día.

La observación sospechosa será rechazada si  $Z_c > Z_{0,90} = 1.65$ . En este sentido, se debe eliminar las observaciones de las siguientes viviendas:

**Cuadro 8.4. Observaciones sospechosas del muestreo en viviendas.**

<b>Código de identificación</b>	<b>Generación per cápita por día</b>	<b>Zc</b>
M-14	0,11	2,55788385
M-16	0,59	3,1269335
M-19	0,84	6,08008537
M-32	0,16	2,04108227
M-39	0,18	1,74576709
M-52	0,08	3,00085663
M-67	0,18	1,74576709
M-104	0,08	3,00085663

**Recalculo para obtener la generación per cápita eliminando las observaciones sospechosas**

A continuación se presenta el nuevo promedio de GPC validado para Orosi Centro, el cual debe ser utilizado para los próximos estudios de caracterización a realizar. Siendo los nuevos datos estadísticos:

- Generación per cápita promedio es: 0,332 Kg/habitantes/día
- Varianza de la generación per cápita es: 0,003 Kg/habitantes/día
- Desviación estándar de la GPC: 0,053 Kg/habitantes/día

**Cuadro 8.5. Generación per cápita por vivienda del área en estudio eliminando las observaciones sospechosas.**

<b>Código de identificación</b>	<b>Generación per cápita por día</b>	<b>Código de identificación</b>	<b>Generación per cápita por día</b>	<b>Código de identificación</b>	<b>Generación per cápita por día</b>	<b>Código de identificación</b>	<b>Generación per cápita por día</b>
M-39	0,18	M-12	0,31	M-49	0,34	M-21	0,38
M-67	0,18	M-17	0,31	M-58	0,34	M-27	0,38
M-81	0,20	M-37	0,31	M-60	0,34	M-35	0,38
M-85	0,20	M-43	0,31	M-64	0,34	M-48	0,38
M-34	0,21	M-94	0,31	M-70	0,34	M-57	0,38
M-66	0,22	M-91	0,31	M-73	0,34	M-59	0,38
M-98	0,22	M-61	0,31	M-112	0,34	M-62	0,38
M-4	0,23	M-71	0,31	M-113	0,34	M-76	0,38
M-54	0,24	M-74	0,31	M-114	0,34	M-83	0,38
M-55	0,24	M-79	0,31	M-126	0,34	M-7	0,39
M-90	0,24	M-80	0,31	M-129	0,34	M-38	0,39
M-119	0,24	M-118	0,31	M-96	0,34	M-63	0,39
M-42	0,25	M-125	0,31	M-107	0,34	M-97	0,38
M-45	0,25	M-130	0,31	M-117	0,34	M-108	0,38
M-47	0,25	M-99	0,31	M-3	0,35	M-116	0,38
M-50	0,26	M-89	0,32	M-92	0,35	M-122	0,38
M-53	0,26	M-46	0,32	M-56	0,35	M-127	0,38
M-102	0,26	M-51	0,32	M-75	0,35	M-128	0,38
M-105	0,26	M-69	0,32	M-115	0,35	M-111	0,39
M-124	0,27	M-109	0,32	M-30	0,36	M-123	0,39
M-65	0,28	M-103	0,32	M-86	0,36	M-22	0,40
M-82	0,28	M-87	0,33	M-1	0,37	M-77	0,40
M-100	0,28	M-88	0,33	M-9	0,37	M-121	0,40
M-120	0,28	M-68	0,33	M-20	0,37	M-23	0,41

Continuación Cuadro8.5

Código de identificación	Generación per cápita por día	Código de identificación	Generación per cápita por día	Código de identificación	Generación per cápita por día	Código de identificación	Generación per cápita por día
M-110	0,28	M-2	0,34	M-29	0,37	M-28	0,41
M-41	0,29	M-6	0,34	M-31	0,37	M-8	0,41
M-101	0,29	M-13	0,34	M-36	0,37	M-24	0,43
M-95	0,30	M-33	0,34	M-78	0,37	M-40	0,43
M-72	0,30	M-26	0,34	M-106	0,37	M-5	0,44
M-84	0,30	M-44	0,34	M-15	0,38	M-25	0,44
M-11	0,31	M-93	0,34	M-18	0,38	M-10	0,44

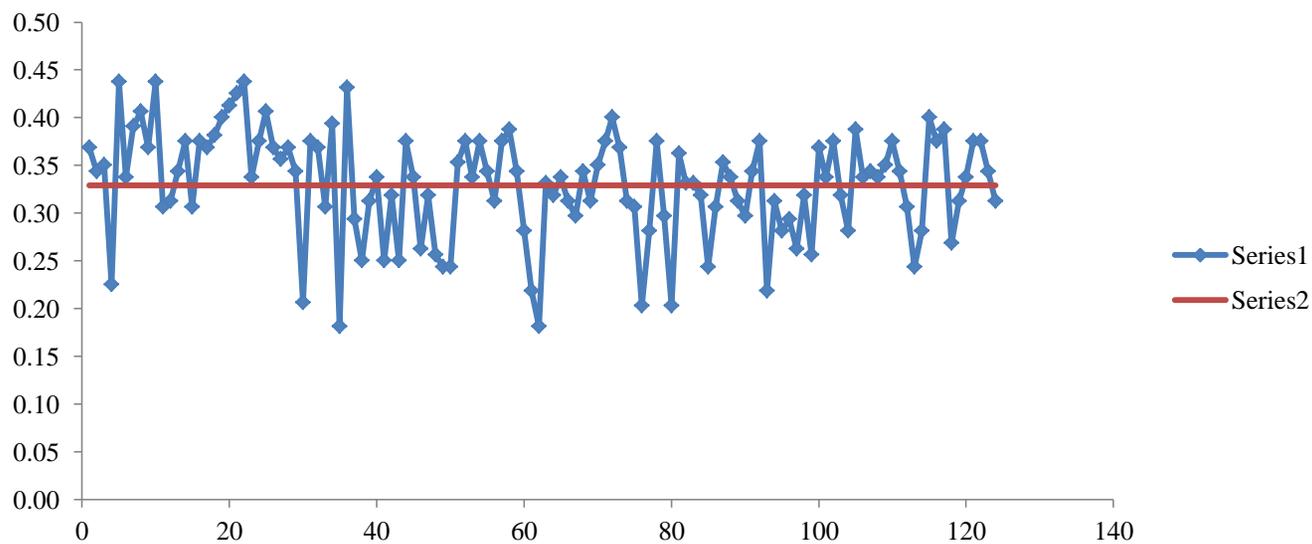


Figura 8.4. Variación de la generación per cápita por vivienda al eliminar las observaciones sospechosas.

## 8.5.2 Área Comercial

### Definición de la muestra en el área Comercial

Para un número total de comercios de 216. La muestra se obtiene mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$n_{com} = \left( \frac{Z^2 \times N_{viv} \times \delta}{(N_{com} - 1) \times E_1^2 + E_1^2 \times \delta^2} \right)$$

Dónde:

$n_{com}$  = número de viviendas que serán incluidas en el muestreo

$N_{com}$  = número de viviendas en el área de estudio

$Z$  = coeficiente de confianza al 95% = 1,96

$\delta$  = desviación estándar = 0,5 kg/habitantes./día.

$E_1$  = error permisible = 0,15 kg/habitantes./día.

El total de la muestra es de 36 comercios, con confiabilidad del 95% y error permisible de 0,15. Considerando el 25% de muestra de contingencia se obtiene que el número de muestra sea de 45 comercios.

### Determinación de la generación per cápita

Para la determinación de la generación per cápita se realizó un registro de los RS, luego se promedió la generación de cada comercio para obtener la generación per-cápita del total de la muestra.

Cuadro 8.6. Generación per cápita por comercio del área en estudio.

Código de identificación	Generación por comercio por día	Código de identificación	Generación por comercio por día
C-01	8,75	C-19	2,5
C-02	5	C-20	4,375
C-03	2,5	C-21	3,9
C-04	7,5	C-22	3,875
C-05	9,375	C-23	4,45
C-06	7,625	C-24	2,875
C-07	3,75	C-25	6,25
C-08	4,5	C-26	4,00
C-09	5,5	C-27	6,40
C-10	4,625	C-28	7,63
C-11	7,625	C-29	5,85
C-12	6,25	C-30	3,75
C-13	4,575	C-31	2,50
C-14	4,625	C-32	1,40
C-15	3,1	C-33	1,40
C-16	3,375	C-34	3,83
C-17	3,75	C-35	4,30
C-18	4,625	C-36	4,05
		<b>Promedio</b>	<b>4,74</b>

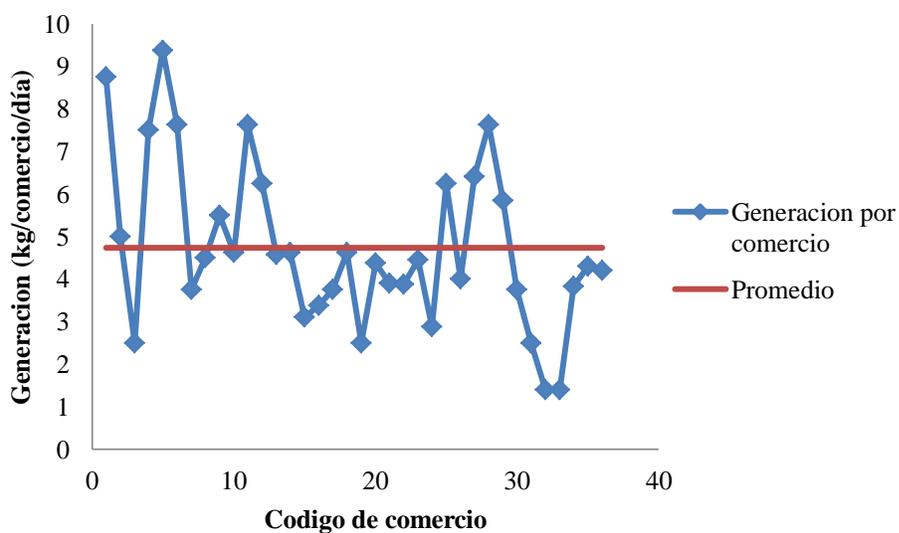


Figura 8.5. Variación de la Generación Per cápita por Comercio.

### Determinar las muestras sospechosas

Se ordenaron los promedios de GPC de menor a mayor y se determinó el intervalo de sospecha ( $Z_c$ ) para cada uno de las muestra, Tomando en cuenta que:

- $X_i$ = Dato de GPC
- $X$ = Promedio de GPC obtenido = 4,74 kg/habitantes./día.
- $\delta$  = Desviación estándar obtenido= 1, 94 kg/habitantes./día.

La observación sospechosa será rechazada si  $Z_c > Z_{0,90} = 1.65$ . En este sentido, se debe eliminar las observaciones de los siguientes comercios:

**Cuadro 8.7. Observaciones sospechosas del muestreo en comercios**

Código de identificación	Generación por comercio por día	$Z_c$
C-34	8,75	2,07166016
C-35	9,375	2,39429282
C-01	1,40	1,72249992
C-02	1,40	1,72249992

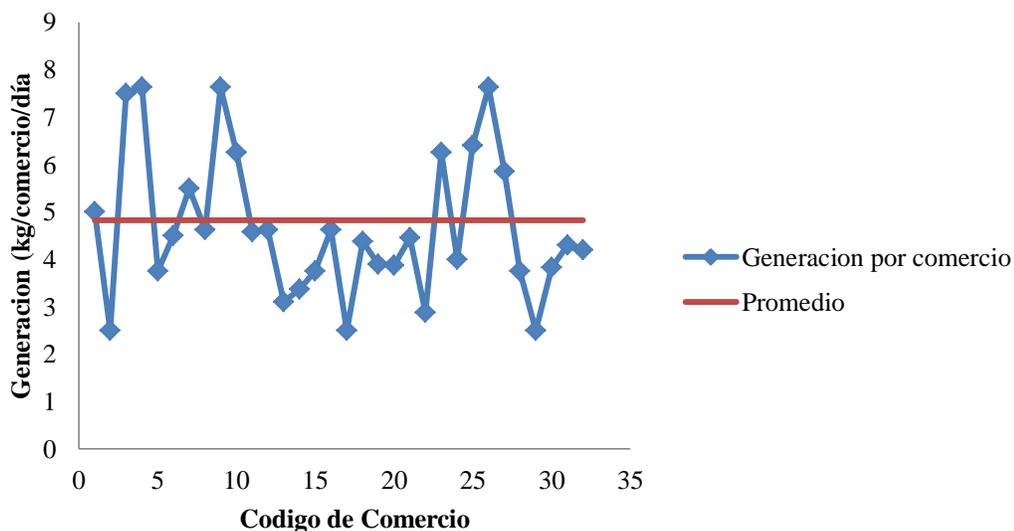
### Recalculo para obtener la generación per cápita eliminando las observaciones sospechosas

A continuación se presenta el nuevo promedio de Generación por comercio validado para Orosi Centro, el cual debe ser utilizado para los próximos estudios de caracterización a realizar. Siendo los nuevos datos estadísticos:

- Generación promedio es: 4,86 Kg/comercio/día
- Varianza de la generación per cápita es: 2,23
- Desviación estándar de la Generación por comercio: 1,52 Kg/comercio/día

**Cuadro 8.8. Generación por comercio del área en estudio eliminando las observaciones sospechosas.**

<b>Código de identificación</b>	<b>Generación por comercio por día</b>	<b>Código de identificación</b>	<b>Generación por comercio por día</b>
C-03	2,5	C-19	4,45
C-04	2,5	C-20	4,5
C-05	2,50	C-21	4,575
C-06	2,875	C-22	4,625
C-07	3,1	C-23	4,625
C-08	3,375	C-24	4,625
C-09	3,75	C-25	5
C-10	3,75	C-26	5,5
C-11	3,75	C-27	5,85
C-12	3,83	C-28	6,25
C-13	3,875	C-29	6,25
C-14	3,9	C-30	6,40
C-15	4,00	C-31	7,5
C-16	4,2	C-32	7,625
C-17	4,30	C-33	7,625
C-18	4,375	C-34	7,63
		<b>Promedio</b>	<b>4,86</b>



**Figura 8.6. Variación de la generación por comercio al eliminar las observaciones sospechosas.**

8.6 ANEXO 6. LISTA DE CONTACTO DE LAS DIFERENTES COMPAÑÍAS RECICLADORAS.

**Cuadro 8.9. Contactos de las diferentes compañías recicladoras.**

<b>Compañía</b>	<b>Material</b>	<b>Dirección</b>	<b>Contacto</b>
PRODUCOL S.A.	Plástico	<b>Dirección de la fábrica:</b> Pavas. 600 Sur de Pali, Esquina Este, Bodega No. 50 – 40 San José – Costa Rica	<b>Teléfonos:</b> Planta: (506) 2290-3050 Fax: (506) 2290-1348 Oficina: (506) 2291-3930
Kimberly Clark Costa Rica S.A.	Recicladora de papel	Belén, Heredia	Contacto: Geovanny Mena Teléfono: 2298-3115/ 8833-9384 Email: geovanny.mena@kcc.com
VICESA	Reciclaje de vidrio de envase y botella (vidrio cilíndrico).	Taras, Cartago	Contacto: Giovanni Hidalgo, Wagner Hernández, Alexander Mata Teléfono: 2550-3301 / 2550-3271 Email: reciclaje@grupovical.com
Florida Bebidas S.A.	Recolección y compra de envases de bebidas de plástico (PET y HDPE), latas de aluminio y envases Tetra Pack.	350 m este del Depósito de Materiales el Lagar, Heredia	Contacto: Gerardo Miranda F. Fax: 2437-7085 Teléfono: 2437-6590 / 8705-4203 Email: gerardo.miranda@fifco.com
Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos	Reciclado de envases Tetra Pack.	El Coyol, Alajuela	Sitio Web: www.florida.co.cr Contacto: Ing. Miguel Antonio Rodríguez Alpizar Teléfono : 2437-3546 / 2437-3568 Email: migrodriguez@dospinos.com Sitio Web: www.dospinos.com

## 8.7 ANEXO 7. REQUISITOS DE CALIDAD Y PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO SEGÚN EL PROGRAMA “ALIANZA PARA EL APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS VALORIZABLES EN COSTA RICA”

En colaboración una colaboración del Ministerio de Salud, IFAM, Programa CYMA, Empaques Santa Ana, Florida Bebidas, Coca-Cola, Grupo VICAL, Total-PET, el Programa ALIANZA se recopiló información de las principales empresas recicladoras con el objetivo de dar a conocer las indicaciones y requisitos para la entrega de los residuos valorizables a empresas recolectoras y transformadoras de Costa Rica.

### **8.7.1.1 *Cartón y cartoncillo***

#### **Cartón:**

- Las cajas deben desarmarse y aplanarse.
- Deben estar limpias y secas.
- No deben traer contaminantes tales como: parafina, aceites y grasas, plástico, estereofón, metales, entre otros.
- Únicamente pueden traer: grapas y cinta adhesiva del embalaje normal.
- Se recibe a granel, amarrado en paquetes o en pacas.

#### **Cartoncillo:**

- Debe entregarse separado del cartón.
- Lo encontramos en las cajas de cereales, cajitas de pastas de dientes, cajas de zapatos, cartones de huevos, esquineros de cartón, tubos de cartón y separadores de las cajas de frutas
- No debe traer contaminantes tales como: parafina, aceites y grasas, plástico, Poliestireno, metales, entre otros
- Se recibe en cajas, amarrado en paquetes o en pacas.

### **8.7.1.2 *Papel***

- Debe estar clasificado por tipo (papel blanco bond, papel periódico, papel de color, cartón) en bolsa transparente.
- No debe contener Papel Carbón, Metales, plásticos, papel de fax, desechos orgánicos, humedad.
- Puede contener grapas y clips
- El material se debe entregar en pacas o en bolsas transparentes.

### **8.7.1.3 *Plástico***

#### **PET**

- Se reciben las botellas plásticas de PET de cualquier marca comercial, identificadas con el símbolo internacional de reciclaje con el número 1 en su interior o las iniciales “PET”.
- Las botellas deben estar empacadas en bolsas (preferiblemente transparentes), mallas, sacos o sacas debidamente cerradas y sin orificios o en pacas pre compactadas, para evitar que el material se salga del embalaje.
- Las botellas de PET transparentes se reciben empacadas separadas de los envases de color.
- En la entrega de envases de color no se requiere la separación por color.
- Las botellas de PET se reciben con o sin tapa y etiqueta.
- Se recomienda pre compactar las botellas antes de empacarlas, presionándolas destapadas contra una superficie sólida utilizando el pie o la mano. Luego se tapan, manteniendo la presión para reducir el tamaño y optimizar el área disponible para el almacenamiento temporal en el sitio de acopio.

#### **HDPE**

- Se reciben las botellas plásticas de HDPE (polietileno de alta densidad) de cualquier marca comercial identificada con el símbolo internacional de reciclaje y el número 2 en su interior o las iniciales “HDPE” o “PEAD”. Agregar el dibujo del símbolo

- Las botellas deben estar empacadas en bolsas (preferiblemente transparentes), mallas, sacos o sacas debidamente cerradas y sin orificios o en pacas pre compactadas, para evitar que el material se salga del embalaje.
- Las botellas de HDPE natural o traslúcido se reciben empacadas por aparte de los envases de color (las botellas blancas se consideran de color). En la entrega de envases de color no se requiere la separación por color.
- Si los envases de HDPE traslúcido se entregan mezclados con los de color, se reciben al precio del material de color. Los envases de HDPE se reciben con o sin tapa y etiqueta.
- Se recomienda pre compactar las botellas antes de empacarlas, presionándolas destapadas contra una superficie sólida utilizando el pie o la mano. Luego se tapan, manteniendo la presión para reducir el tamaño y optimizar el área disponible para el almacenamiento temporal en el sitio de acopio.
- No recibe: Envases HDPE que han estado en contacto con aceites y lubricantes, agroquímicos, farmacéuticos y pinturas., envases HDPE de capacidad mayor a los 5 galones.

#### **8.7.1.4 Aluminio**

- Se reciben latas de aluminio de bebidas de cualquier marca comercial identificadas con el símbolo internacional de reciclaje o las iniciales “AL”. Agregar el dibujo del símbolo
- Las latas deben estar empacadas en bolsas (preferiblemente transparentes), mallas, sacos o sacas debidamente cerradas y sin orificios o en pacas pre compactadas, para evitar que el material se salga del embalaje.
- No se reciben productos para usos automotrices, recipientes presurizados (tipo aerosol), etc. Tampoco se reciben otros artículos de aluminio como perfilería de ventanas, utensilios de cocina (hoyas, cubiertos, etc.), piezas y accesorios de tubería, partes de motores, máquinas y herramientas, etc.
- Se recomienda precompactar las latas antes de empacarlas, presionando cada una contra el suelo utilizando el pie (no utilice las manos para prevenir cortaduras), con el fin de reducir su tamaño y que optimicen el área disponible para el almacenamiento temporal en el sitio de acopio.

### **8.7.1.5 Hojalata**

- Se reciben los envases de hojalata de alimentos o jugos de cualquier marca comercial.
- Los envases de hojalata deben estar limpios sin restos de alimentos empacados en bolsas (preferiblemente transparentes), mallas, sacos o sacas debidamente cerradas y sin orificios o en pacas pre compactadas, para evitar que el material se salga del embalaje.
- Se recomienda pre compactar los envases de hojalata antes de empacarlas, presionando cada una contra el suelo utilizando el pie (no utilice las manos para prevenir cortaduras), con el fin de reducir su tamaño y que optimicen el área disponible para el almacenamiento temporal en el sitio de acopio.

### **8.7.1.6 Poli-laminados**

- Se reciben los envases poli-laminados de larga vida de Tetra Pack (conocidos como cajas “Tetra BricK®”) de cualquier marca comercial identificados en la parte inferior del envase con el logo de Tetra Pack.
- Los envases de Tetra Pack deben estar empacados en bolsas (preferiblemente transparentes), mallas, sacos o sacas debidamente cerradas y sin orificios para evitar que el material se salga del embalaje o en pacas pre compactadas.
- No se reciben empaques de papel rígido o cajas de cartón unilaminados comunes (envases de productos pasteurizados en forma de “casita”) o cajas corrugadas.
- En la entrega de envases de Tetra Pack, no es requerida la separación por color.
- Los envases de Tetra Pack que contuvieron productos lácteos, deben ser enjuagados para evitar malos olores durante el almacenamiento del envase previo a su reciclaje. Lo anterior debido a la descomposición del líquido remanente impregnado en las paredes internas del envase luego del consumo del producto.
- Se recomienda que los empaques de Tetra Pack antes de ser empacadas se compriman, abriendo primero los dobleces en las esquinas del empaque y luego presionando el empaque contra una superficie sólida utilizando el pie o la mano hasta que quede

completamente aplastado con el fin de reducir su tamaño y que se optimice el área disponible para el almacenamiento temporal en su sitio de acopio.

#### **8.7.1.7 Vidrio**

- El vidrio debe ir clasificado por su color en tres grandes grupos:
- Cristalino
- Ámbar
- Verdes
- Debe estar quebrado (no molido) en contenedores metálicos (estañones) libre de todo contaminante tales como:

Espejo, Cristalería de Plomo, Bombillos, Pantallas de Televisión, Parabrisas de Automóviles, Envases de Inyectables, Fluorescentes, Cristalería de Laboratorio, Cristalería de Pirex (Borosilicato), Vitro Cerámico, Vidrio plano, Vidrio de Medidores eléctricos, Porcelana y Cerámica, Aluminio y otros materiales como plástico, metales de todo tipo, papel, alimentos, tierra, arena, madera, piedras, etc.

Vidrio que NO RECICLA el Grupo Vical: Vidrio plano cristalino y color, vidrios borosilicatos (Pirex), espejos, instrumentación de laboratorio, parabrisas de automóvil, pantallas de televisión y computadoras, ampollas de inyectables, bombillos, fluorescentes

## 8.8 ANEXO 8. ENTREVISTAS REALIZADAS A LOS DIFERENTES ENTES RECICLADORES.

### 8.8.1 PRODUCOL

**Entrevista vía telefónica:** Ingeniero a cargo.

#### Condiciones de los materiales

Se reciben:

- Polietileno de alta densidad (#2)
- Polietileno de baja densidad (#4)
- Polipropileno (#5) (A excepción de películas y empaques de bolsa)

El material debe ir separado por color, preferiblemente separar por tipo de plástico. Libre de residuos orgánicos, agroquímicos etc. En el caso de las botellas de aceite o impregnadas no existe ninguna restricción.

#### Precio por los residuos

El precio de cada residuo se da acorde al color del plástico.

**Cuadro 8.10. Precio del plástico de acuerdo a su color.**

<b>Color</b>	<b>Precio por Tonelada (Colones)</b>
Negro-Gris	60 000
Trasparente-Blanco	100 000
Otros	80 000
<b>Promedio</b>	<b>80 000</b>

#### Requisitos del centro de recuperación para convertirse en proveedor

Contar con la documentación al día con forme a la legislación.

## 8.8.2 VICESA

**Entrevista:** Sr. Ian Rivera.

### Condiciones de los materiales

El vidrio debe entregarse quebrado con aproximadamente una pulgada de tamaño, separado por color en:

- Transparente
- Ámbar
- Azul
- Verde: en esta categoría también entran aquellos vidrios transparente que al quebrarse se les puede apreciar un borde verde, además se pueden mezclar con vidrios de color rojo, naranja u otro color que no sean los anteriores.

Los materiales deben estar libren de contaminantes, llámense tapas, chapas, bordes plásticos, aluminio. No se aceptan losas, vidrio plano, vidrio de parabrisas, fluorescentes y bombillos, etc.

### Precio por los residuos

El precio se asigna de acuerdo a si cumplen o no con las condiciones de los materiales y requisitos del centro de recuperación, en el caso particular del vidrio azul, este tiene una tarifa distinta.

**Cuadro 8.11. Tipo de tarifas y su precio asociado.**

<b>Tipo de Tarifas</b>	<b>Precio por tonelada métrica (colones)</b>
Precio A (Cumple las condiciones y requisitos)	35 970
Precio C (No cumple alguna condición o requisito)	17 985
Precio B (vidrio revuelto o sucio)	25 615
Vidrio azul	19 075

Con respecto de precio B, este corresponde a aquellos estañones que contengan vidrio de diferentes colores y/o contaminantes, por lo que son llevados al plantel de VICESA para clasificarlos y darles valor. El vidrio azul se pesa por separado.

Como mínimo se debe de entregar 4 o más estañones de aproximadamente 250 o 300 kg

### **Requisitos del centro de recuperación para convertirse en proveedor**

Los residuos deben ser entregados en estañones metálicos, que pueden ser suministrados por VICESA, los cuales deben almacenarse en un lugar accesible para el camión recolector. Además el área de parqueo deberá ser suficientemente amplia para que el camión pueda dar vuelta y ser una superficie solida (concreto, madera, piedra etc.). Debe cumplir con la documentación al día con forme a la legislación.

### **8.8.3 Coca cola**

**Entrevista:** Cristian Alvarado.

#### **Condiciones de los materiales**

Se recibe plástico tipo:

- PET
- HDPE

El material debe ir separado por color, ya sea en plástico transparente o de color, preferiblemente separar por tipo. Deben entregarse libre de residuos orgánicos, agroquímicos etc. y en sacas, bolsas o compactado. Mínimo se requiere una tonelada de material para realizar la venta.

#### **Precio por los residuos**

El precio se asigna de acuerdo al color del material y su compactación:

**Cuadro 8.12. Precio de los plásticos por color y compactación.**

<b>Clasificación del plástico por color</b>	<b>Sin compactar (Colones)</b>	<b>Compactado (Colones)</b>
Claro	100	140
color	80	120

## **Requisitos del centro de recuperación para convertirse en proveedor**

La empresa se encarga del transporte. No solicitan de ningún requisito de infraestructura ni documentación

### **8.8.4 Empaques Santa Ana**

**Entrevista:** Guillermo Moya.

#### **Condiciones de los materiales**

Empaques Santa Ana reciben cartón y cartoncillo. A continuación se describen los requerimientos para la aceptación del material:

##### **1. CARTON**

- a) Debe venir limpio y seco.
- b) Solo puede traer: grapas, cinta adhesiva y etiquetas, cualquier otro material es contaminante.
- c) Los principales contaminantes del cartón son: parafina, grasas y aceites, plástico, poliestireno, madera y arena, entre otros).
- d) No puede venir mezclado con Cartoncillo.
- e) Las cajas donde vienen empacadas las manzanas, peras, entre otras, no se reciben porque traen parafina.

##### **2. CARTONCILLO**

Compuesto por: cajas de cereal, cajas de zapatos, cartones de huevos, amortiguadores que traen las cajas de manzanas, cajas de pastas de dientes, tubos de cartón y esquineros de cartón).

- a) Debe venir limpio y seco.
- b) Debe venir separada del cartón.
- c) No debe traer contaminantes (parafina, grasas y aceites, plástico, poliestireno, madera y arena, entre otros).

Respecto del peso de los residuos para su recepción, se recibe desde un kilogramo en adelante.

## **Precio por los residuos**

El precio del cartón para reciclar es el siguiente:

**Cuadro 8.13. Precio acorde al tipo de presentación del material de reciclaje.**

<b>Presentación</b>	<b>Precio (Colones)</b>
A granel	51 000
Amarrado en empaques	54 000
Compactado en pacas	64 000

El cartón que se recibe de lunes a viernes y el jueves de la semana siguiente se realiza el pago por medio de cheque en horario de 11 am 2 pm.

## **Requisitos del centro de recuperación para convertirse en proveedor**

Lo ideal es que el Centro de Acopio cumpla con los requisitos que demanda el Reglamento a la Ley de Gestión de Residuos 8839. Sin embargo no es requisito indispensable para la venta de material.

Antes de la primera entrega se debe de coordinar con Guillermo Moya para efectos de ser registrados como proveedores en nuestro sistema.

### **Contacto**

- Encargado Compra de Fibra
- Empaques Santa Ana S.A./División Molino
- Oficina: (506) 2282-0889 Ext 125
- Celular (506) 8923-7030

## 8.9 ANEXO 9. VISITAL AL CENTRO DE ACOPIO DEL TECNOLÓGICO DE COSTA RICA.

Los visitantes estudiantes y funcionarios generan los residuos que son depositados en las baterías ubicadas en puntos estratégicos, los cuales son recolectados una vez al día para vaciar los residuos. Las baterías se dividen en plástico-tetrabrik, basura, papel-cartón, Aluminio-lata de conserva, vidrio. Las bolsas dentro de las baterías no están identificadas, sin embargo una vez que se abren se verifica que para su separación.

El personal del centro de recuperación solamente se cuenta con una persona en planta, cuyas funciones corresponden a realizar visitas y recolección a las baterías, oficinas, sodas institucionales, hacer las pacas, triturar el vidrio compactar el plástico, acomodar el papel y cartón, hacer la separación de los materiales, sin embargo como un aproximado se estima que una persona con conocimiento procesa aproximadamente 300kg al día; por lo que, por el volumen no da a vasto el personal, por lo que se dan horas a estudiantes becados o con asistencia que separan los materiales de acuerdo a las necesidades del comprador, por ejemplo la Dos Pinos recibe el material en pacas de tetrabrik, Florida Bebidas recibe el aluminio, latas de conserva y plástico (PED 1, HDEP 2), separados por color.

En el centro las latas de aluminio no son compactas, solamente se arruga, las de conserva no se les da ningún tratamiento. Se debe partir del hecho que todos los materiales vayan limpios sin ningún residuo orgánico o líquido. Si los materiales vienen sucios se toman en cuenta factores de tiempo e hídricos. De tener que invertir mucho tiempo, jabón y/o agua se les da otro tratamiento como mandarlos a HOLCIM Costa Rica S.A para el aprovechamiento del potencial calorífico.

La cantidad que se genera de residuos es variable, por ejemplo los lunes se recolecta mucho material principalmente de personas externas que llevan sus residuos para que sean reciclados. Cuando se entregan los materiales a las diferentes empresas se pesan, sin embargo cuando ingresan al centro no.

Además de los residuos anteriormente mencionados se reciclan en el centro los tóner, cartuchos de tinta, residuos electrónicos. El cartón, papel y electrónicos se manda a Mermas donde se da una clasificación más exhaustiva.

El centro consta de un centro de trabajo con una pila en caso de que sea necesario lavar algún material, a los lados de las mesas de trabajo se colocan contenedores para agilizar el trabajo y no perder tiempo yendo a los diferentes módulos.



**Figura 8.7. Mesa de trabajo.**

En el módulo de Plástico se dividen en diferentes sacas de acuerdo al color:

- PET blanco
- PET Verde
- PET Transparente
- HPED 2 Claro y el blanco
- HPED color
- Los envases de aceite no se compactan y se manejan por aparte para evitar contaminar con aceite. Las pacas de plástico se compactan con el compactador con los residuos clasificados.



**Figura 8.8. Poli-laminados compactadas en pacas.**

En otra saca se colocan las latas de aluminio y conservas y en otra los materiales que van a HOLCIM Costa Rica S.A. El papel se coloca en cajas de cartón y se manda a Mermas donde son procesados.

El vidrio se trabaja limpiándolo, eliminando tapas cuellos plásticos o metálicos etc., se clasifica en vidrio transparente, verde, ámbar y azul, vidrio reciclable; se tritura en el triturador y es depositado en estañones separados por color.



**Figura 8.9. Sacas para la clasificación del plástico.**



**Figura 8.10. Vidrio color verde clasificado.**



**Figura 8.11. Vidrio transparente clasificado.**

No se recicla cristalería de laboratorio, vidrio plano, porcelana, yeso, bombillo, vidrio de parabrisas etc.



**Figura 8.12. Vidrio no reciclable.**

Las empresas recicladoras van alrededor de 3 veces al año, cuando se tenga cierta cantidad considerable de residuos que justifiquen los gastos del viaje, además las diferentes empresas manejan una tabla de precios, ya que cuando se tiene cierta cantidad de toneladas pagan más por el kilo. Respecto del almacenamiento temporal se realiza en un espacio al aire libre, por falta de espacio.



**Figura 8.13. Almacenamiento temporal de residuos.**

## 8.10 ANEXOS 10. COTIZACIONES

### 8.10.1 Pesa(s) para residuos clasificados



Balanzas de laboratorio  
Peso y precio  
Camioneras y ganaderas  
Plataformas Industriales

Contadoras de piezas y monedas  
Indicadores y celdas de carga  
Sist. de pesaje para tanques y tolvas  
Sistemas computarizados de pesaje.

#### OPCIÓN # 2

#### PLATAFORMA ELECTRONICA MARCA HONSTA \*\*\* MODELO PW-1212-3

##### Características Plataforma:

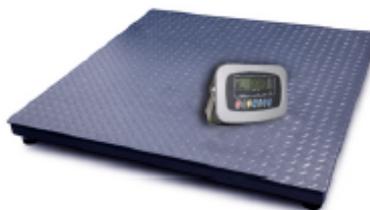
- Fabricada bajo las normas de calidad ISO-9001.
- Certificada por la CE.
- Certificada por la OIML ( Requisito obligatorio en la comunidad Europea)
- **Capacidad máxima 1000, 2000 o 3000 Kg.**
- **División mínima 500 g.**
- Dimensión de la plataforma: 1,22 x 1,22 mt.
- Construida bajo las normas de Calidad ISO 9001 y OIML.
- Cuatro patas que permiten la oscilación de la báscula. (FLOTANTES Y GRADUABLES)
- Bajo perfil , para ser instalada en una fosa o a nivel de piso.
- Cuatro celdas de carga, Tipo Shear Beam, niqueladas, Protección IP 67
- Caja de unión Nema 4X
- Construida en Acero A 36 y diseñada para trabajos pesados y continuos.

##### Características Indicador:

- Aprobado por la OIML-R76 ( para el ingreso de sistemas de pesaje al mercado Europeo)
- Certificadas ISO-9000
- Construido en Plástico ABS.
- Display de cristal liquido, con luz de fondo que despliega números con tamaño de 1", para mayor visibilidad.
- Funciona con corriente eléctrica AC/120v y/o batería recargable incorporada.
- División mínima programable por el usuario.
- Unidades de peso: kg.
- Tara por teclado y cero automático.
- Construido y diseñado para trabajos pesados y continuos.

##### Condiciones Generales:

- Garantía: 12 meses en defectos de fabricación.
  - Vigencia: 30 días.
  - Entrega: Inmediata después de recibida la orden de compra.
  - Disponibilidad de inventario sujeta al momento de la compra.
- **Precio unitario:**            **¢708,750.00 + 13% i.v.**



Todo en Romanas Electrónicas y Mecánicas

Tels: 253-3434 \* 253-3535 - Fax (506) 225-9718 Depto de Ventas.  
Apdo. 2010 - 144 Zapote, San José, Costa Rica \* E-mail: [rocony@racsaco.cr](mailto:rocony@racsaco.cr)

2

## 8.10.2 Equipo de protección personal



**Proveedor de Seguridad Industrial H.A.S.A**  
**PROSISA**  
 CEDULA JURÍDICA: 3-101-217206  
 Tel.: (506) 2560-6064 Fax: (506) 2560-7520  
 Heredia, del cruce de la Valencia 50mts. Oeste.  
 Sitio Web: www.prosisa.co.cr

Fecha: 31/10/2014  
 Hora: 1:10 pm  
 Pedido: COT-000047997

### Datos del Cliente

**Cliente:** DESPACHO ADI OROSI  
**Dirección:** ND  
**Señor:**

### Cotización

Código	Descripción	Cant	PresenL	Precio/Unidad	Exento	Gravado
5050	CASCO SEGURIDAD CLIMAX ROJO	2	Unidad	1,695.000	0.000	3,390.00
8006	DELANTAL MEZCLILLA 1.20 MTS	2	Unidad	2,325.000	0.000	4,650.00
1001B	GUANTE CUERO BAQUET C/REFUER CORTO	2	PAR	4,350.000	0.000	8,700.00
2001	MONOGAFA VENTILACION DIRECTA SG-201-51	2	Unidad	490.000	0.000	980.00

### ÚLTIMA LÍNEA

Total mercadería: \$17,720.00  
 Descuento: \$0.60  
 Impuesto de ventas: \$2,303.60  
 Subtotal: \$20,023.00  
**Total General: \$20,023.00**

### Imágenes de los artículos



1001B



5050



2001

### Condiciones de la Oferta

**Forma de pago:** El establecido. Actualmente CONTADO  
**Tiempo entrega:** A convenir.  
**Lugar de entrega:** A escoger.  
**Validez:** Esta oferta es válida por 30 días naturales.  
**Cuenta Bancaria:** Banco Nacional de C.R. (¢) 100-1-1570000176-9 / (\$) 100-2-1670600160-8  
 Bac San Jose (¢) 907104871  
**Observaciones:**

Esperamos que esta cotización sea de utilidad, cualquier duda o comentario estoy a su disposición. Atentamente,

OFICINA  
 Ejecutivo de Cuenta

ventas@prosisa.co.cr  
 Servicio al Cliente



### 8.10.3 Equipo de trituración de vidrio



#### **Trioceador de botellas de vidrio semi-industrial str**

- Pedido mínimo: **1 unidad**
- Tiempo de entrega: **3 días**
- ID producto: 7740722
- Vendido por Tecnochufa
- Precio: 2.350 € /unidad



#### **Información detallada del Trioceador de botellas de vidrio semi-industrial str.**

Máquina de gran utilidad en establecimientos en los que se generan gran cantidad de botellas de cristal no recuperables. La trituración reduce el volumen de las mismas a una décima parte de lo ocupado habitualmente. Se pueden almacenar en poco espacio para su posterior venta. Ganaremos por tanto espacio y le sacaremos una rentabilidad.

Producción: 1200 botellas hora.

Potencia: Dispone de un motor de 1 hp a 380 v. trifásico a 1500 rpm.

Peso: 40 kilos.

Dimensiones: 1000 x 450 x 1375 mm. Alto.

## 8.10.4 Equipo de compactación para papel y cartón



Reduction International LLC  
 TAX ID: 36-4563410  
 2950 Glades Circle, Unit 20  
 Weston, FL 33327 USA

## COTIZACIÓN

# COTIZACIÓN: QT-0002434  
 FECHA: 11/04/2014  
 INCOTERM: Exworks Dinamarca  
 ENTREGA: 4 weeks  
 TERMINOS: 50% W/P.O> 50% B. Shipping

Cotizada a  
 ADI-Orosi  
 Costa Rica

Item #	Cnt.		Unit Price (USD)	
1	1	B3 Baler-e Empacadora Bramidan modelo B3	\$5,875.00	



Fuerza de prensado (t)	3
Alimentación	1X230V 50Hz 10A
Motor (kW)	1.1
Nivel de ruido (dB)	65-68
Duración del ciclo (seg)	26
Dimensiones AnxFxAI (mm)	845 X 745 X 1965
Peso (kg)	310
Abertura de llenado AnxF (mm)	700 X 460
Altura de llenado (mm)	755
Altura de la cámara (mm)	1100
Recorrido (mm)	550
Tamaño de la bala AnxFxAI (mm)	700 X 500 X 650
Peso de la bala de cartón (kg)	30-50
Peso de la bala de plástico (kg)	40-60

### Características:

- Funcionamiento sencillo y seguro: Luz verde parpadea si cámara está llena.
- Correas fáciles de reemplazar: Se colocan delante.
- Diseño compacto: Con una altura total muy baja.



Reduction International LLC  
TAX ID: 36-4563410  
2950 Glades Circle, Unit 20  
Weston, FL 33327 USA

## COTIZACIÓN

# COTIZACIÓN: QT-0002434  
FECHA: 11/04/2014  
INCOTERM: Exworks Dinamarca  
ENTREGA: 4 weeks  
TERMINOS: 50% W/P.O> 50% B. Shipping

---

Item Subtotal (USD) \$5,875.00

2 8 3/8" Strap 3501-003-e  
Fleje de 3/8" (VG30). Longitud 270 m.(rollo)

Unit Price (USD) \$35.00

Item Subtotal (USD) \$280.00

---

**TOTAL USD \$6,155.00**

## 8.11 ANEXOS 11. PROGRAMAS Y PANILLAS DIGITALES

En la versión digital de este documento se adjuntan los archivos correspondientes a:

- Guía de interpretación de la metodología para la realización de estudios de generación y composición de residuos ordinarios.
- Manual de estimación de costos para la gestión municipal de RS, Centro de Recuperación
- Software VERDES CR 1.5

