

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL  
(UCI)

PROPUESTA DE MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS VALORIZABLES COMO  
MEDIO PARA DIGNIFICAR EL TRABAJO DE LOS RECICLADORES DE BASE EN EL  
CANTÓN DE TURRIALBA



SILVIA ELENA GRANADOS ÁLVAREZ

PROYECTO FINAL DE GRADUACION PRESENTADO COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA OPTAR POR EL TITULO DE MÁSTER EN LIDERAZGO Y  
GERENCIA AMBIENTAL

San José, Costa Rica

Noviembre, 2021

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL  
(UCI)

Este Proyecto Final de Graduación fue aprobado por la Universidad como requisito parcial para optar al grado de Máster en Liderazgo y Gerencia Ambiental

---

Ing. Roel Campos Rodríguez. PhD  
PROFESOR TUTOR

---

Ing. Laura Brenes Peralta. PhD  
LECTOR No.1

---

Mag. Rodolfo Corrales Picado  
LECTOR No.2

---

Ing. Silvia Elena Granados Álvarez  
SUSTENTANTE

## **DEDICATORIA**

Concluir este trabajo final de graduación constituye un nuevo logro en el ámbito profesional que me llena de orgullo y satisfacción. Es el cierre de una etapa de mi vida llena de sacrificios, trabajo, tiempo y esfuerzo, no solo de mi parte, sino también de las personas más importantes en mi vida. Es por esta razón que dedico este triunfo a mis padres, mi hermano, mi esposo y mis hijos, quienes siempre me han acompañado y brindado el apoyo para lograr las metas que me proponga.

Dedico principalmente este éxito a mis hijos, Leonardo y Sofía, quienes a su corta edad me han enseñado más de mí misma que cualquier otra persona, sobre lo fuerte, decidida y entregada que puedo ser en todas mis facetas. Les agradezco por ser mi inspiración y motivación. Por último, y más importante, a Dios por permitirme cumplir una meta más 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.

Agradezco a los funcionarios de la Municipalidad de Turrialba, quienes siempre han estado dispuestos a brindar apoyo y colaboración ante cualquier iniciativa que mejore las condiciones del cantón. Especialmente a la Gestora de Residuos, Ana Lorena Vallejo, por destinar el tiempo para organizar la logística y brindarme el acceso a la información necesaria para desarrollar este proyecto.

A mis profesores que han sido una guía y ejemplo durante mi proceso formativo; y finalmente, al profesor tutor, Roel Campos Rodríguez, por el apoyo, la dedicación y la guía que me brindó durante todo el desarrollo del Trabajo Final de Graduación.

# Índice

1	Introducción .....	1
1.1	Antecedentes.....	2
1.2	Problema.....	3
1.3	Justificación.....	4
1.4	Objetivos.....	5
2	Marco teórico .....	5
2.1	Situación de los residuos .....	5
2.2	Manejo integral de Residuos sólidos.....	8
2.3	Recuperadores de base.....	9
2.4	Efectos sociales y ambientales de la formalización de los recuperadores de base	11
2.4.1	Ventajas sociales.....	11
2.4.2	Ventajas ambientales .....	12
2.4.3	Ventajas económicas .....	13
2.5	Alcance.....	14
3	Metodología .....	14
3.1	Area de estudio.....	14
3.2	Métodos y fuentes de información .....	17
3.3	Caracterización de los recolectores de base.....	18
3.4	Situación actual del sistema de gestión integral de residuos .....	19
3.5	Estrategia de comercialización.....	20
4	Resultados y discusión .....	21
4.1	Caracterización de los recolectores de base.....	21
4.2	Situación actual del sistema de gestión integral de residuos .....	32
4.2.1	Composición y generación de los residuos ordinarios.....	32

4.2.2	Cobertura del servicio de recolección de residuos solidos .....	34
4.2.3	Gestión de residuos valorizables .....	35
4.2.4	Iniciativas y recursos existentes en el cantón para la gestión integral de residuos .....	40
4.2.5	Programa de educación ambiental .....	41
4.2.6	Disposición final.....	41
4.2.7	Esfuerzos de incorporación de los recuperadores en la gestión de residuos valorizables. ....	42
4.3	Estrategia de comercialización para los residuos valorizables que incorpore a los recuperadores de base .....	45
4.3.1	Establecer el vínculo entre las instituciones públicas, el sector privado y los recuperadores de base. ....	47
4.3.2	Brindar capacitación a los recuperadores de base en materia administrativa, legal y operativa .....	49
4.3.3	Modificación del sistema de gestión de residuos valorizables.....	51
4.3.4	Sistema de manejo sugerido para el Centro de Recuperación.....	57
4.3.5	Viabilidad económica de la estrategia .....	64
4.3.6	Datos básicos del Centro de recuperación de residuos valorizables.....	64
4.3.7	Estimación de costos de inversión .....	66
4.3.8	Estimación de costos de operación .....	68
4.3.9	Flujo de inversiones y gastos de operación.....	71
5	Conclusiones.....	78
6	Recomendaciones .....	81
7	Bibliografía. ....	83
8	Anexos .....	88

8.1	Anexo 1. ACTA (CHARTER) DEL PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN (PFG).....	88
8.2	Anexo 2. Cronograma .....	93
8.3	Anexo 3. Categorías y subcategorías de los RS en Costa Rica .....	94
8.4	Anexo 4. Requisitos de calidad y presentación del producto según el programa “alianza para el aprovechamiento de los residuos valorizables en costa rica” .....	96
8.5	Anexo 5. Cotizaciones de referencia.....	101
8.6	Anexo 6. Fotografías de las condiciones de trabajo de los recicladores de base	106
8.7	Anexo 7. Cálculos .....	110
8.7.1	Cálculo de la Muestra .....	110
8.7.2	Cálculo de producción per cápita para la estrategia.....	110
8.8	Anexo 8. Programas y panillas digitales .....	113

# Índice de figuras

Figura 1. Mapa de la ubicación del cantón de Turrialba.....	15
Figura 2. Cercanía de la comunidad de Noche buena con el vertedero de la Municipalidad de Turrialba. ....	22
Figura 3. Nacionalidad de los encuestados.....	23
Figura 4. Sexo de los recuperadores de base.....	24
Figura 5. Distribución de edades de los recuperadores de base. ....	24
Figura 6. Estado civil de los recuperadores de base.....	25
Figura 7. Escolaridad de los recuperadores de base. ....	26
Figura 8. Trabajos adicionales a la recuperación de residuos. ....	26
Figura 9. Años de experiencia en el oficio de recuperación de residuos.....	27
Figura 10. Días a la semana destinados al oficio de recuperación de residuos valorizables. ....	28
Figura 11. Ingresos económicos percibidos semanalmente.....	28
Figura 12. Tipo de residuos recuperados en el vertedero. ....	29
Figura 13. Enfermedades padecidas por los recuperadores de base. ....	30
Figura 14. Adicciones de los recuperadores de base.....	30
Figura 15. Acceso a seguro médico. ....	31
Figura 16. Rutas de recolección de residuos valorizables. ....	36
Figura 17. Modelo de bicicleta propuesto para la recuperación casa por casa.....	54
Figura 18. Cadena de valor según el escenario propuesto.....	55
Figura 19. Diagrama de la propuesto para la inclusión de los recuperadores de base dentro del mercado del reciclaje .....	56
Figura 20. Supuestos y resultados del proyecto. ....	75
Figura 21. Espacio destinado para la separación de residuos. ....	106
Figura 22. Vectores presentes en el área de disposición final .....	107
Figura 23. Residuos hospitalarios dispuestos en el vertedero municipal .....	108
Figura 24. Recicladores de base operando en el vertedero municipal.....	109

# Índice de Cuadros

Cuadro 1. Generación per cápita de RSD y RSU en ALC (kg/habitantes/día) .....	6
Cuadro 2. Composición porcentual de los RS urbanos a nivel internacional (%).....	7
Cuadro 3. Jerarquía de los RS de acuerdo con la Ley N°8839.....	8
Cuadro 4. Población y extensión territorial por distrito en el cantón de Turrialba.....	16
Cuadro 5. Porcentaje de residuos generados en el cantón de Turrialba y a nivel nacional.....	33
Cuadro 6. Cantidad de residuos recuperados en el centro de acopio durante el año 2020. ....	38
Cuadro 7. Cantidad de residuos recuperados por los centros de acopio identificados por la Municipalidad de Turrialba. ....	39
Cuadro 8. Requisitos de calidad y presentación del producto de acuerdo a las condiciones de las diferentes compañías recicladoras .....	61
Cuadro 9. Inflación de los años entre el 2012 al 2021. ....	64
Cuadro 10. Datos básicos de la comunidad de Turrialba.....	65
Cuadro 11. Costo asociados a los permiso y estudios.....	66
Cuadro 12. Inversión de equipamiento y accesorios para el Centro de recuperación de residuos en dólares.....	67
Cuadro 13. Inversión en vehículos para la recolección.....	68
Cuadro 14. Costo de salarios a obreros en dólares .....	69
Cuadro 15. Costo por mantenimiento de maquinaria y pago de servicios en dólares por año. ....	70
Cuadro 16. Costo por materiales y suministros en dolares.....	71
Cuadro 17. Flujo de inversiones y gastos de operación del proyecto de recuperación de residuos valorizables.....	73
Cuadro 18. Precio de los residuos sólidos valorizados en el 2011 traídos a valor presente. ....	76
Cuadro 19. Cronograma de actividades.....	93
Cuadro 20. Categorías y subcategorías de los RS en Costa Rica.....	94
Cuadro 21. Variables usadas para el cálculo del tamaño de la muestra.....	110

Cuadro 22. Cantidad de residuos generados diariamente. ....	111
Cuadro 23. Cantidad de residuos valorizables a valorizar generados diariamente. ....	112

## Resumen ejecutivo

El cantón de Turrialba, ubicado en la provincia de Cartago, posee un vertedero que no cumple con los requerimientos técnicos para ser un sitio de disposición final de residuos sólidos. Este lugar históricamente ha representado el único medio de subsistencia económica de los recuperadores de base en el cantón, pero su inminente clausura amenaza con eliminarlos, pese a sus años de experiencia y conocimiento, dejando pasar la posibilidad de aprovechar las fortalezas que posee este sector; y de brindar una oportunidad de reinserción social y dignificación de su trabajo. Para aprovechar dicha oportunidad se propone un modelo de gestión para los residuos sólidos valorizables que incorpore a los recuperadores de base en el cantón de Turrialba. Para lograrlo se realizó un análisis de la situación de los recuperadores, tomando como área de estudio el vertedero municipal, donde laboran cerca de cuarenta personas, por lo que se muestreó a un total de diez recuperadores. Los resultados de las encuestas arrojaron que el perfil de los recuperadores del cantón corresponde principalmente a hombres cuya actividad es la única fuente de ingresos, con un bajo nivel educativo y en condición de pobreza. Adicionalmente se evaluó la situación del Sistema de Gestión Integral de Residuos en el cantón de Turrialba, mediante el análisis del Plan Municipal de Gestión Integral de Residuos, entrevistas a los encargados y visitas de campo al vertedero. Si bien la Municipalidad ha venido mejorando sus indicadores ambientales, todavía queda mucho trabajo por delante, en especial con la cobertura de recolección (actualmente de cerca del 50%), y la información sobre la composición y generación de residuos del cantón, la cual no es confiable y dificulta la toma de decisiones. Finalmente se elabora una estrategia de comercialización, contemplando las mejoras que deben realizarse al Plan Municipal de Gestión Integral de Residuos y el análisis de la viabilidad económica de la estrategia. Se aprovecharon los puntos altos de la gestión actual de los residuos, como la disponibilidad de un centro de acopio y un sistema de recolección de residuos valorizables, así como las alianzas con instituciones públicas y privadas. En lo referente a la viabilidad económica se determinó que con una recuperación del 25% de los residuos se podría emplear a 15 recuperadores y el proyecto sería autosustentable, o en su defecto una recuperación del 15% sería suficiente si se empleara únicamente a 7 recuperadores o si se incluyera la administración del centro de acopio a la tarifa de recolección municipal. Al finalizar este estudio se determinó que las alianzas interinstitucionales son fundamentales para el éxito en la incorporación de los recuperadores de base a la cadena de valor de los residuos sólidos valorizables, así mismo, aunque el proyecto no cuente con la viabilidad deseada hay muchas rutas que se pueden tomar para lograr el éxito del mismo. Es una iniciativa que debe ser tomada en consideración ya que aporta muchos beneficios a la comunidad y serviría de base para impulsar otros proyectos a nivel país.

# 1 INTRODUCCIÓN

El crecimiento poblacional tiene implicaciones en el aumento de residuos sólidos generados a nivel mundial. Este aumento es una de las principales problemáticas a las que se enfrentan la mayoría de los países alrededor del mundo, principalmente por el inadecuado manejo y disposición de los residuos (Herrera, 2010; OECD, 2011). En el caso de Costa Rica, esta situación se ve potenciada por los vacíos en la planificación y la legislación nacional (Ministerio de Salud, 2011).

La gestión de los residuos siempre ha sido definida como una responsabilidad municipal, que va desde la recolección y el transporte hasta la disposición final de estos. Tarea nada fácil cuando se toman en cuenta las limitaciones y obstáculos que no le permiten asumir dicha labor sanitaria y ambiental (Jara, 2008). Así mismo, en algunos casos, la ineficiencia de los municipios exacerba situaciones complejas y permite que se desarrollen actividades informales dentro del aprovechamiento y comercialización de los residuos sólidos.

Los recicladores de base, mejor conocidos como “buzos”, realizan el oficio de recolectar, seleccionar, recuperar, comercializar y reutilizar los residuos sólidos de manera informal. Generan ingresos económicos, que en la mayoría de los casos representa su único o principal sustento económico. Dicha recuperación puede presentarse en vía pública o propiamente dentro de un vertedero. Si bien forman parte fundamental dentro de la cadena de comercialización y recuperación de residuos, carecen de estructura organizativa, reconocimiento formal, y derechos legales; lo que los deja expuestos constantemente al peligro y al deterioro de su salud.

En aras de aprovechar el conocimiento y la experiencia de este sector de la población, el presente trabajo pretende generar una propuesta que permita mejorar la calidad de vida de los recuperadores de base en el cantón de Turrialba, mediante la formalización y dignificación de su oficio. Esta propuesta busca establecer las bases

para mejorar las condiciones de vida, generar empleo, y mejorar la calidad ambiental del cantón en general.

### **1.1 ANTECEDENTES.**

En el año 1997, la Municipalidad de Turrialba inauguró el relleno sanitario del Porvenir, ubicado en el distrito central del cantón, a 2 km al Sur del centro de la población de Turrialba. Durante los primeros años de explotación, el relleno operó de forma efectiva y brindó al cantón un espacio para la adecuada disposición final de los residuos generados. Sin embargo, con el pasar de los años y los cambios en la legislación nacional, aunado a la inacción y el desinterés de las autoridades municipales, el relleno sanitario se transformó en un vertedero a cielo abierto, donde poco a poco personas pertenecientes a un sector vulnerable de la sociedad se hicieron presentes para recuperar los residuos valorizables que llegaban al vertedero y obtener así un beneficio económico.

Los recicladores de base realizan su actividad en un ambiente nocivo e insalubre, rodeados de peligros latentes que van desde atropellos, intoxicaciones, cortaduras, amputaciones, contacto directo con vectores, y transmisión de enfermedades, entre otros. Además, una gran parte de ellos tienen problemas de alcoholismo y/o drogadicción, lo que ha dificultado los esfuerzos por dignificar su labor (Tapia, 2010).

Al pasar de los años, la municipalidad se ha caracterizado por realizar intervenciones sin criterios técnicos, y pocos programas para reducir los residuos en su origen. Se evidencia falta de educación y conciencia ambiental, deficiencias en la planificación administrativa, así como una carencia y dificultad para recaudar fondos suficientes para suplir los gastos que demanda la implementación de las mejoras en infraestructura sanitaria relacionada con la disposición final de los residuos sólidos. Es por este motivo que han tenido que enfrentar denuncias vecinales, pronunciamientos de la Sala Constitucional y el Tribunal Ambiental, así como órdenes sanitarias por parte

del Ministerio de Salud. Esto se ha traducido en años de incertidumbre ante la posibilidad latente de un cierre definitivo del área de disposición final.

A pesar de los años de indiferencia ante la difícil situación de los residuos, la administración actual se ha dedicado a remediar la situación de la mala gestión integral de residuos y a buscar una alternativa para su disposición final.

En vista del inminente cierre y los años que los recolectores informales han estado presentes, se ha generado un sentido de responsabilidad en la Municipalidad de Turrialba, que se ha plasmado en esfuerzos por dignificar la actividad que estos recuperadores realizan. En el año 2016 se incluyó dentro del Plan Estratégico Municipal para los años 2016 al 2021 una línea de acción orientada a fomentar la creación de una pequeña Pymes con los recuperadores de base, para la recolección, selección y comercialización del material reciclable. Se ha trabajado para incorporarlos en los programas de recolección diferenciada y se les ha brindado herramientas para generar contactos con gestores autorizados de residuos sólidos, para la comercialización del producto (Municipalidad de Turrialba, 2016).

## **1.2 PROBLEMA.**

En Costa Rica diariamente se generan alrededor de 3,900 toneladas de residuos sólidos. De estos, un 33% corresponde a residuos valorizables que pueden reincorporarse mediante procesos de aprovechamiento. En este mismo orden de ideas, el Ministerio de Salud, como ente encargado de promulgar la normativa en temas relacionados con este tema, incorporó dentro de la Ley 8839, promulgada en el año 2010, como uno de sus objetivos: “Fomentar el desarrollo de mercados de subproductos, materiales valorizables y productos reciclados, reciclables y biodegradables, entre otros, bajo los criterios previstos en esta Ley y su Reglamento, en forma tal que se generen nuevas fuentes de empleo y emprendimientos, se aumente la competitividad y se aprovechen los recursos para incrementar el valor agregado a la producción nacional”. Sin embargo, después de una década de

promulgada la ley, no ha sido posible evidenciar un aumento en el empleo. Contrariamente, los recolectores de base han desaparecido en el proceso, y algunas pequeñas asociaciones de recuperadores tampoco han logrado sobrevivir a los costos de inscripción de las asociaciones. (Soto, 2019)

El caso de Turrialba no ha sido la excepción. Aproximadamente 30 recuperadores de base desarrollan su actividad en el vertedero municipal, que por su inminente clausura, amenaza con eliminarlos, pese a los años de experiencia y conocimiento profundo de la problemática; dejando pasar la posibilidad de aprovechar las fortalezas que posee este sector, y de brindar una oportunidad de reinserción social y dignificación de su trabajo.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN.**

En las últimas décadas la situación ambiental a nivel mundial ha venido en declive. Gran parte de esta problemática está relacionada con el crecimiento poblacional y el desarrollo económico que trae como consecuencia la generación masiva de residuos; los cuales pueden ser reincorporados a la cadena productiva para su aprovechamiento y transformación.

Los recuperadores de base históricamente se han hecho presentes cuando los gobiernos no han sido capaces de brindar una adecuada gestión a los residuos, dejando abierta la posibilidad de obtener remuneración económica, pero dejándolos expuestos a condiciones inhumanas. El plantear una propuesta para el mejoramiento del modelo de gestión integral de residuos, que se sigue en el cantón de Turrialba, permitiría no solo aprovechar el conocimiento y la experticia que tienen estos recuperadores, si no que también brindaría una oportunidad de dignificar un trabajo que brinda beneficios ambientales a toda la comunidad.

## 1.4 OBJETIVOS.

### OBJETIVO GENERAL

Proponer un modelo de gestión para los residuos sólidos valorizables que incorpore a los recuperadores de base en el cantón de Turrialba.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar la situación de los recuperadores de base, en lo que respecta a condiciones laborales, acopio de residuos y sistema de comercialización
- Evaluar la situación del Sistema de Gestión Integral de Residuos en el cantón de Turrialba, según lo establecido en el Plan de Gestión Integral de Residuos de la Municipalidad.
- Elaborar una estrategia de comercialización para los residuos valorizables que incorpore a los recuperadores de base

## 2 MARCO TEÓRICO

### 2.1 SITUACIÓN DE LOS RESIDUOS

Los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) son aquellos compuestos por objetos de uso cotidiano utilizados y desechados, provenientes de hogares, escuelas, hospitales, empresas, entre otras. (EPA, 2014). Una de las principales razones por las cuales en las últimas décadas ha venido en aumento la cantidad de residuos generados es la creciente urbanización e industrialización, lo cual provoca una de las principales problemáticas alrededor del mundo; el manejo inadecuado y la disposición de los residuos sólidos (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 Cuadro 1.

**Cuadro 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
Guatemala	0,48	0,61
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 residuos sólido domiciliario (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).

En Costa Rica se generan 3982 toneladas de residuos sólidos por día. Tomando en cuenta la generación (Soto, 2019), de la cantidad de residuos generados cerca del 30% son dispuestos sin ningún control en las calles, ríos, lotes baldíos, entre otros., 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 residuos sólidos 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 residuos sólidos, 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 et al., 2011).

Por lo anterior, no es extraño que la composición de los residuos sólidos 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, en países desarrollados como Francia o Estados Unidos, el papel y el cartón son los principales residuos generados (Griselda, 2005). En el Cuadro 2 se presentan diferentes composiciones de residuos alrededor del mundo.

**Cuadro 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 con las características físicas y químicas de los materiales que las componen. En el Anexo 8.3 se enumeran las categorías y subcategorías aceptadas por el Ministerio de Salud para la determinación de la composición de los residuos sólidos en Costa Rica.

## 2.2 MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS.

La gestión de los residuos sólidos 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 forma de pensar en los residuos como un recurso que posee valor y pueden generar oportunidades en las comunidades (Ministry of Community Development. British Columbia, 2009).

Costa Rica cuenta con un amplio marco legal ambiental; en materia de residuos sólidos las regulaciones están dictadas por la ley 8839 “Ley para la Gestión Integral de Residuos”, que respalda el ideal de adquirir una cultura preventiva y compartida de la responsabilidad del manejo de los residuos sólidos entre todos los sectores de la sociedad. Dentro de esta ley se enmarcan los componentes que todo sistema de gestión de residuos debe incluir según el orden jerárquico. En el siguiente cuadro se detallan dichos componentes.

**Cuadro 3. Jerarquía de los RS de acuerdo con la Ley N°8839.**

Jerarquía	Descripción
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.

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

---

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

La “Ley para la Gestión Integral de Residuos”, N° 8839, de Costa Rica, tiene como uno de sus objetivos fomentar el desarrollo de mercados de subproductos, materiales valorizables y productos reciclados, reciclables y biodegradables, entre otros, bajo los criterios previstos en la ley, de forma que se logre la generación de empleo y emprendimientos. Así mismo, las municipalidades tienen la obligación de 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. Es aquí donde entra en juego la inclusión de actores sociales como lo son los recicladores de base a los procesos de aprovechamiento y valorización de residuos.

Al ponerse en marcha esta ley, el mercado de la recolección, acopio y venta de residuos sólidos valorizables ha resultado en una fuente de ingreso principalmente para aquellas personas desempleadas y que viven en condiciones socioeconómicas desfavorables.

### **2.3 RECUPERADORES DE BASE**

Los recuperadores de base también conocidos como “recolectores” o “recicladores” informales, son personas que tienen como sustento la comercialización de materiales valorizables. Por lo general, estas personas recuperan los residuos en sitios de disposición final, tales como vertederos a cielo abierto o rellenos controlados; en la vía pública, recogiendo el material encontrado en las calles; o directamente en las fuentes de generación de residuos como parte de programas de recolección selectiva (Sanabria, 2020). Estos recicladores deben sobrevivir en un ambiente físico y social

hostil, producto del contacto directo y continuo con residuos dispuestos como basura, sumado a su apariencia frecuentemente desprolija.

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) indica que entre 19 y 24 millones de personas trabajan en el sector de recuperación de materiales, de los cuales únicamente 4 millones poseen empleos formales; por lo que la mayoría de los recicladores se encuentran en la informalidad. Adicionalmente, un gran número de estos residen en países en vías de desarrollo.

En el caso de Costa Rica, se desconoce la cantidad de personas vinculadas a la práctica de recolección y acopio de residuos sólidos. Sin embargo, algunos datos oficiales reportan que, solamente en la Municipalidad de San José, unas 500 personas recolectan materiales reciclables en las calles. Es posible que esta ocupación vaya en aumento como efecto de las condiciones económicas de algunas familias a nivel nacional (Córdoba et al., 2015).

En un estudio realizado en cinco países en vía de desarrollo, se determinó que el sector informal de recuperación de residuos sólidos es responsable de más de la mitad de las actividades de valorización (Scheinberg, 2011). El Banco Mundial ha estimado que hasta el 2% de la población de los países subdesarrollados sobrevive de actividades de reciclaje informal. Esta labor informal constituye una estrategia de supervivencia para millones de familias cuya fuente de ingreso primaria es la recuperación de residuos valorizables (Sanabria, 2020).

En cuanto a las condiciones socioeconómicas, laborales y sanitarias de los recicladores de base, esta labor es independiente del género y edad, ya que en algunos casos corresponde a una actividad familiar. Las jornadas laborales son extensas y pueden superar las 8 horas (Sanabria, 2020). Comúnmente, la actividad se desarrolla en condiciones ambientales y sanitarias precarias, expuestos a una alta inestabilidad laboral, sin ningún tipo de seguridad ocupacional, ni vinculación con el sistema de protección social y, en muy pocos casos, integrados al sistema formal de

gestión de residuos sólidos municipales (RSM). Sus jornadas de trabajo suelen ser prolongadas, contando generalmente para la recolección con rudimentarios medios de trabajo y dependiendo con frecuencia de una gama de intermediarios que les fija el precio de los materiales y las formas de pago.

A nivel nacional se han realizado algunos esfuerzos de incorporación de los recuperadores de base a la gestión formal de residuos. En el caso de Liberia mediante la alianza público-privada se logró dotar a los recuperadores de las herramientas necesarias para iniciar su propio proyecto, denominado ARELI. Así mismo, se han realizado estudios que demuestran las ventajas de incluir a este grupo dentro de la gestión de residuos. Sin embargo, en todos los escenarios resulta fundamental la coordinación con diferentes instituciones, organizaciones y empresas privadas. De forma que se logre dar el impulso necesario para dar una oportunidad real de reinserción. (Sanabria, 2020). Las municipalidades, instituciones como el INA (Instituto Nacional de Aprendizaje), ministerios, empresas recicladoras y asociaciones deben trabajar en conjunto para lograr el éxito de los esfuerzos de incorporación (ACEPESA, 2013).

## **2.4 EFECTOS SOCIALES Y AMBIENTALES DE LA FORMALIZACIÓN DE LOS RECUPERADORES DE BASE**

Incorporar a los recuperadores de base en la cadena de aprovechamiento de los residuos sólidos es un elemento importante que pueden aprovechar los municipios por sus contribuciones positivas en el ámbito social, ambiental y económico.

### **2.4.1 Ventajas sociales**

El impacto social más importante de la formalización y conformación de grupos organizados de recuperadores corresponde a la mejoría en las condiciones de vida de personas que viven en situación de pobreza extrema. Esta consolidación permite la integración de este grupo marginado a las comunidades dándoles un nicho donde con sus experiencias pueden gestionar los residuos de las comunidades. Otra ventaja de

este tipo de organizaciones está relacionada con la integración de trabajadores con desventajas múltiples: por ejemplo: ex-presos, exalcohólicos o personas que tuvieron dependencia de otras sustancias; situaciones sociales y habitacionales difíciles, como viviendas que no cumplen estándares de habitabilidad, problemas de hacinamiento, familiares con patologías o inhabilidades graves que no son atendidos por servicios sociales o de salud. Al brindarles oportunidades y la confianza de participar en una actividad remunerada se les facilitaría anteponerse a estas desventajas (Giovannini, 2014).

Así mismo la reducción del estigma asociado a la actividad de recuperación informal se ve reducido al formalizar la actividad y se generan relaciones de confianza y respaldo por parte de los miembros de la comunidad y los municipios que permite una recuperación más efectiva y acceso a oportunidades de aprendizaje. Otro aspecto importante de la organización de los recuperadores es que permite la atención de algunas de sus desventajas a través de grupos de bien social u otras organizaciones dispuestas a contribuir con mejorar las condiciones de vida de personas en condición de vulnerabilidad. Con la creación de estas organizaciones se logra el aumento del número de mujeres trabajadoras. En experiencias a nivel internacional las mujeres han conformado el 50% de la representación e inclusive poseen posiciones directivas. Además, se logra la eliminación del trabajo infantil, fenómeno que todavía es presente en el ámbito de los recicladores informales individuales. (Giovannini, 2014)

#### **2.4.2 Ventajas ambientales**

La principal ventaja es la disminución de los residuos que son enviados a disposición final, situación que va de la mano con las obras de sensibilización a la comunidad que los mismos recuperadores pueden desarrollar a partir de las capacitaciones y la experiencia que poseen en el campo de la recuperación de residuos valorizables. (Giovannini, 2014)

El objetivo de la recuperación de los residuos valorizables es el aprovechamiento a través del reciclaje de residuos sólidos, que de otro modo acabarían en disposición final. Esta forma de disposición no incentiva o contribuye a la reducción en la generación de residuos, ni aumenta la eficiencia energética, tampoco promueve el reciclaje. Así mismo estos sitios no son sustentables a mediano y largo plazo, ya que requieren de mucha superficie para el depósito de residuos que en muchos casos poseen potencial de recuperación. Es sobre esta recuperación que los recuperadores de base pueden trabajar para facilitar un mayor aprovechamiento y para que estos residuos puedan ser utilizados como insumos y ser reinsertados en la cadena productiva (OIT,2013).

Este aprovechamiento permite la reducción de los gases de efecto invernadero. En Chile según estudios realizados se estimó que por cada recuperador se da una reducción aproximada de 72 toneladas de CO<sub>2</sub> por mes. Sobre esta misma línea los recuperadores también contribuyen a la reducción de contaminantes locales, especialmente el material particulado, esto por la reducción de los vehículos necesarios para el transporte de los residuos de un punto a otro. (OIT,2013). En Liberia, Guanacaste, a través del proyecto de inclusión económica y social de los recuperadores de base se contabilizaron las emisiones evitadas por la recuperación de materiales valorizables en el botadero y se determinó un total de 73,81 toneladas de CO<sub>2</sub>, lo cual equivale a la huella de carbono de una empresa costarricense pequeña (ACEPESA, 2013).

### **2.4.3 Ventajas económicas**

En el ámbito económico representa una fuente de ingresos que brinda estabilidad a los recuperadores y representa un ahorro para los municipios. Sin embargo, es importante mencionar el papel fundamental de las municipalidades en los procesos de inclusión; principalmente porque de ellos depende la confianza y el apoyo que puedan brindar otras organizaciones e instituciones y representan la principal fuente de

residuos por la recolección diferenciada y los programas de recolección que estas lideran. (Giovannini, 2014)

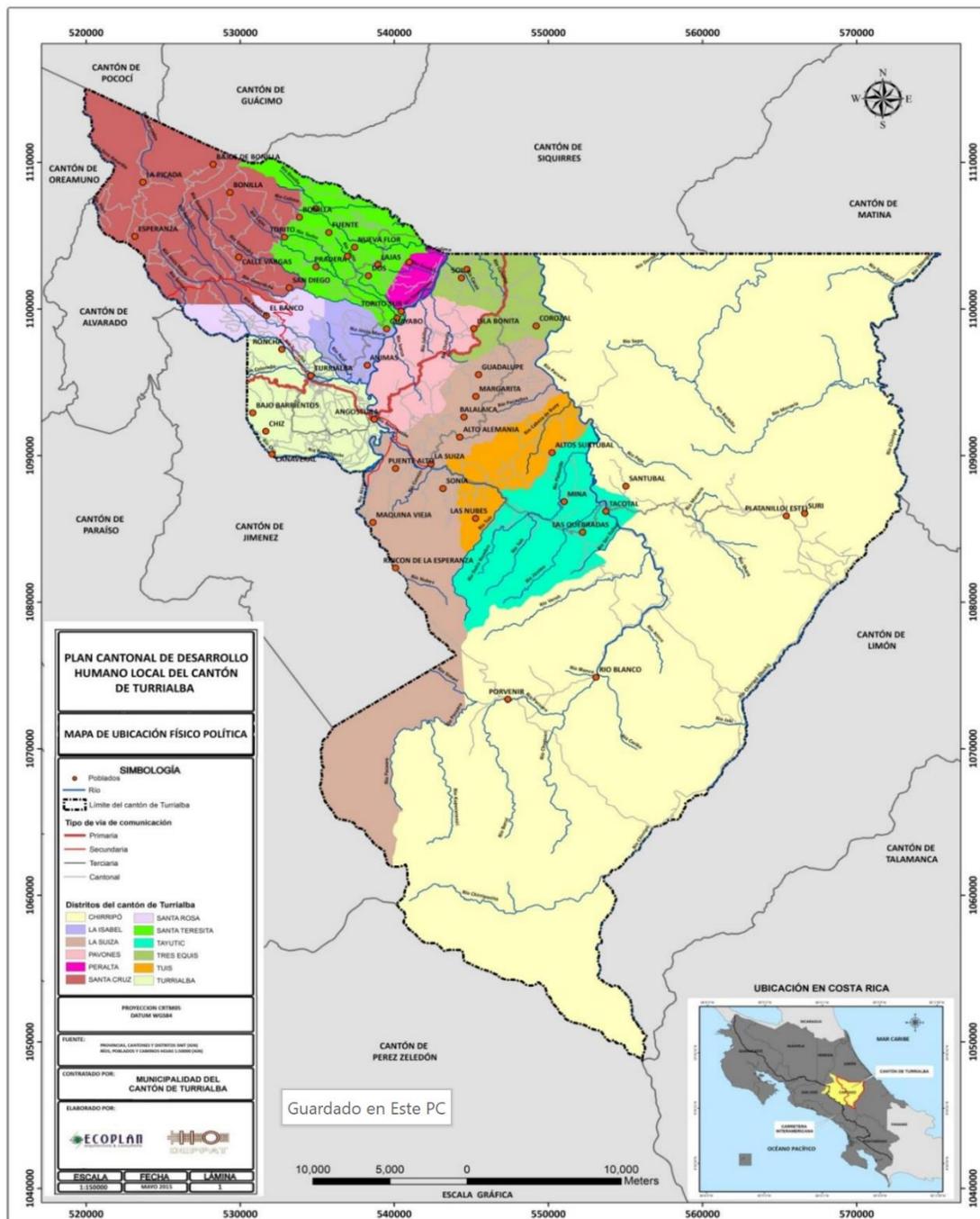
## **2.5 ALCANCE.**

- Se describirá la situación de la gestión integral de residuos sólidos en el cantón de Turrialba con base al plan de gestión integral de residuos vigente y mediante una entrevista realizada a la gestora de residuos municipal.
- Se realizará una descripción de las características de los recolectores de base dentro del vertedero municipal
- Se desarrollará una estrategia para la incorporación de los recolectores de base dentro del sistema de gestión integral de residuos de la Municipalidad de Turrialba.
- Se determinará la factibilidad económica de la estrategia propuesta.

## **3 METODOLOGÍA**

### **3.1 AREA DE ESTUDIO**

El cantón de Turrialba se encuentra ubicado en la provincia de Cartago. Es el cantón más extenso con aproximadamente 1642 km<sup>2</sup>, el 52% del territorio de la provincia. Está conformado por 12 distritos (Turrialba, La Suiza, Peralta, Tuis, Pavones, Santa Teresita, Santa Cruz, Tayutic, Santa Rosa, Tres Equis, la Isabel y Chirripó). En cuanto a sus límites, limita al norte con Pococí, Guácimo, Siquirres y Matina, al sur con Pérez Zeledón, al oeste con Paraíso, Jiménez, Alvarado y Oreamuno, y al este con Limón y Matina. En la siguiente Figura 1 se presenta el mapa de la ubicación del cantón de Turrialba.



**Figura 1. Mapa de la ubicación del cantón de Turrialba.**

Fuente: Municipalidad de Turrialba, 2016

En lo que respecta a la información demográfica, el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) reportó para el año 2011, una población de 69 616 habitantes (Municipalidad, 2016) y para el 2016, 73 524. Según estimaciones

realizadas por el INEC, para el año 2021 se proyecta una población de 73 606 habitantes (ACEPESA, 2021). Los distritos con mayor concentración poblacional corresponden a Turrialba y la Suiza. El distrito de Peralta sobresale por poseer la menor concentración de habitantes, como se puede apreciar en el Cuadro 4.

**Cuadro 4. Población y extensión territorial por distrito en el cantón de Turrialba**

<b>Distrito</b>	<b>Población (2016)</b>	<b>Extensión (km<sup>2</sup>)</b>
Turrialba	27 285	56,7
La Suiza	8 000	159,8
La Isabel	6 326	20
Santa Rosa	5 652	22,7
Santa Teresita	5 293	52,9
Pavones	4 620	40,9
Chirripó	4 512	966,5
Santa Cruz	3 701	127,4
Tuis	3 007	37,6
Tayutic	2 572	111,4
Tres Equis	1 943	36,9
Peralta	613	9,9
<b>Total</b>	<b>73 524</b>	<b>1642,7</b>

Fuente: Plan Municipal de Gestión Integral de Residuos Sólidos del cantón de Turrialba, 2021-2026

Para el año 2011, el INEC identificó un total de 20 453 viviendas ocupadas, con una distribución de 59,20% en zona urbana y un 49,8% en área rural. Las actividades productivas predominantes en la zona corresponden al comercio, agricultura y ganadería de leche y engorde. En relación con las patentes, se han otorgado un total de 1962, siendo el distrito de Turrialba el que mayor concentración de patentes posee, 65%.

### **3.2 MÉTODOS Y FUENTES DE INFORMACIÓN**

Para el desarrollo de esta investigación se definieron una serie de elementos, herramientas y técnicas que permitieron la recolección y el procesamiento de información necesarios para obtener los resultados esperados y lograr el diseño de un sistema de aprovechamiento de residuos valorizables que incorpore el trabajo de los recuperadores de base en el cantón de Turrialba.

Como fuentes de información se utilizó una mezcla de fuentes primarias y secundarias. Las fuentes primarias se utilizaron principalmente para la recolección de información, por medio de observaciones, entrevistas y encuestas. Lo que permitió determinar la situación de los recuperadores de base y del sistema de gestión integral de residuos en el cantón, así mismo obtener información sobre el comportamiento de la comercialización de los residuos valorizables. La información obtenida de fuentes secundarias se obtuvo a través de documentos aportados por la municipalidad de Turrialba y otros relacionados con los procesos de incorporación de los recolectores de base al mercado laboral.

En este caso particular la investigación implementada es del tipo mixta ya que combinó la investigación de campo y la documental para la recolección y el tratamiento de los datos obtenidos. De esta forma se logró robustecer la información recolectada y por consiguiente los resultados de la investigación.

Se utilizaron métodos particulares y específicos, que fueron desde métodos estadísticos, para recopilar, elaborar e interpretar datos numéricos; hasta métodos de observación, específicamente directa, así como el uso de entrevista y encuesta.

### 3.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS RECOLECTORES DE BASE

Para obtener la información necesaria para caracterizar a los recolectores de base presentes en el vertedero de la Municipalidad de Turrialba se realizaron 10 encuestas. Con el propósito de obtener un panorama completo de la realidad de los recolectores se recopiló la siguiente información:

- Género
- Edad
- Estado civil
- Escolaridad
- Lugar de residencia
- Nacionalidad
- Dependencia económica en el núcleo familiar
- Cantidad de miembros en la familia
- Años trabajados en la recolección de residuos sólidos
- Trabajos previos
- Trabajos fuera de la recuperación de residuos
- Días semanales dedicados a la recolección de residuos sólidos
- Ingreso económico percibido
- Tipo y cantidad de materiales recolectados
- Sitio de entrega de los residuos sólidos
- Adicciones y Enfermedades
- Acceso a seguridad social.

Sobre el tamaño de la muestra, según la información brindada por la Gestora de Residuos de la Municipalidad de Turrialba, aproximadamente 30 personas realizan actividades de recolección y comercialización de los residuos valorizables que ingresan al vertedero, por lo que una muestra de 10 recolectores es adecuada para un margen de error de 26% y un nivel de confianza del 95%, ver anexo 8.7.

Se consideraron aspectos relacionados con la informalidad de la actividad que realizan. Al tratarse de personas que no responden a un horario laboral fue importante realizar las mediciones al azar para garantizar un muestreo representativo; sin embargo, por lineamientos propios de la Municipalidad las mediciones se debieron realizar durante la jornada laboral ordinaria, de 7:00 am a 3:30 pm. Adicionalmente se tomó en cuenta la logística para el traslado e ingreso al vertedero y se definió el jueves como único día a la semana para realizar el muestreo (por ser considerado el día con mayor afluencia de recolectores según la información de la Gestora de Residuos).

### **3.4 SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS**

Para la caracterización del sistema de gestión integral de residuos que se implementa en la Municipalidad de Turrialba se realizó una entrevista con la Gestora de Residuos, así mismo se utilizaron documentos suministrados por la municipalidad para complementar la información obtenida durante la entrevista. La entrevista estuvo enfocada a obtener información referente a:

- El manejo actual de los residuos valorizables, en lo referente a la recolección, el acopio y la disposición final
- La caracterización de los residuos en el cantón
- Futuros proyectos en el área de la gestión de residuos
- Esfuerzos de inclusión de los recolectores informales dentro de su modelo de gestión
- Requisitos para establecer convenios público-privados.

Dicha información se complementó con algunos apartados incluidos en el Plan Municipal de Gestión Integral de Residuos Sólidos del cantón de Turrialba para el periodo 2021-2026.

### **3.5 ESTRATEGIA DE COMERCIALIZACIÓN**

Para la elaboración de una estrategia de comercialización que involucre a los recolectores de base se consideraron elementos y características que se determinaron tanto en la caracterización de los recolectores, como en la situación del manejo de los residuos. Adicionalmente se determinaron las siguientes condiciones del mercado:

- Los precios de comercialización y la logística de los diferentes tipos de residuos.
- Los requisitos básicos para conformar una asociación
- Aspectos relacionados a la formalización del oficio, como cargas sociales e incorporación en el ministerio de hacienda.
- Costos estimados para la puesta en marcha del proyecto según la propuesta planteada

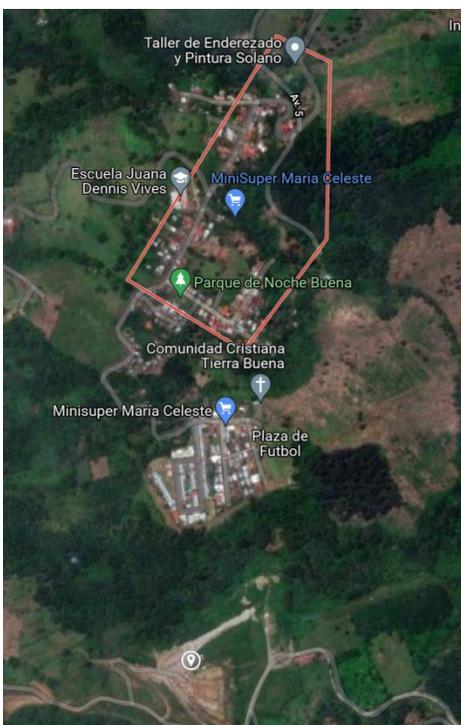
Finalmente se elaboró un estudio de factibilidad económica que determinó la viabilidad de la propuesta y la posibilidad de que el cantón de Turrialba involucre a los recolectores de base, en el aprovechamiento de los residuos valorizables, de forma organizada, con acompañamiento municipal.

## **4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS RECOLECTORES DE BASE**

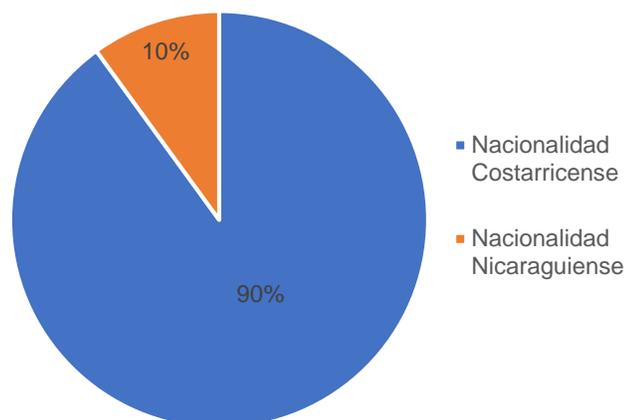
La aplicación de las encuestas a los recuperadores de base permitió identificar los principales aspectos que rodean este oficio y elaborar el perfil de las personas que efectúan la actividad de recuperación en el vertedero de la Municipalidad de Turrialba.

Al consultar sobre el lugar de residencia el 100% de los encuestados respondió residir en el sector de Nochebuena. Esta comunidad está conformada por ciudadanos de escasos recursos y, en algunos casos, con condiciones sociales complicadas por la falta de trabajo y los altos índices de delincuencia, lo que los deja en condición de vulnerabilidad (Gaceta, 2008). Anudando a lo anterior, otra de las razones que ha coadyuvado a que los habitantes de este sector se dediquen a la recuperación de residuos valorizables en un vertedero, tiene que ver con el fácil acceso al sitio; a través de senderos que los mismos recuperadores han ido conformando a lo largo del tiempo; y el visto bueno de las autoridades municipales. Estos últimos, a pesar de conocer la ilegalidad de esta actividad, no han podido brindar otra alternativa que permita ofrecer un medio de trabajo digno a los habitantes de esta comunidad. En la Figura 2 se muestra la cercanía de la comunidad de Nochebuena con el vertedero municipal.



**Figura 2. Cercanía de la comunidad de Noche buena con el vertedero de la Municipalidad de Turrialba.**

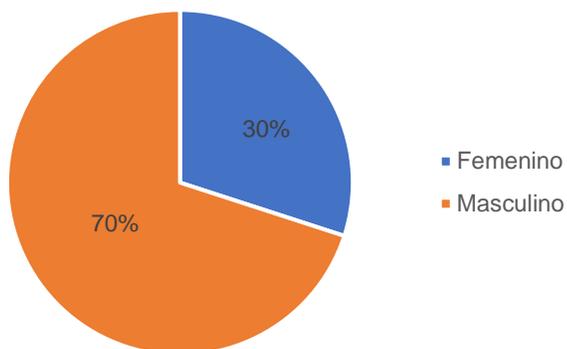
En lo que respecta a la nacionalidad, el 90% afirmó ser costarricense y solamente un 10% es de nacionalidad nicaragüense (Figura 3). Lo que podría tener relación con el hecho de que en su mayoría los nicaragüenses en el cantón de Turrialba se dedican a la actividad agrícola, principalmente la recolección de café. (Bolaños, 2012)



**Figura 3. Nacionalidad de los encuestados.**

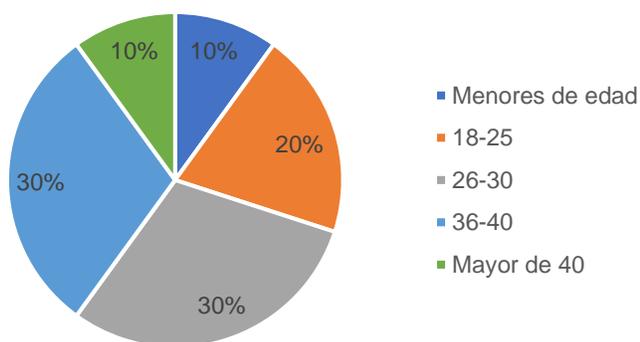
Sobre el sexo de las personas encuestadas (Figura 4), el 70% corresponde a hombres, mientras que el restante 30% está representado por mujeres. Al compararlo con los resultados obtenidos por el ingeniero Walter Sanabria, en un estudio realizado a los recuperadores del sector de Cartago, donde el 18% eran mujeres y 82% eran hombres, se puede observar cómo los porcentajes son similares y como la actividad sigue estando dominada por hombres. Adicionalmente se identificó que, si bien el porcentaje de mujeres es un poco más alto en comparación con la caracterización de los recuperadores en el sector de Cartago, para Turrialba las encuestadas expresaron algunas situaciones particulares que deben ser consideradas. A saber:

1. Realizan la actividad en asociación con un hombre, generalmente su compañero sentimental.
2. Se han dedicado a la actividad por menos de un año.
3. Realizan la actividad de forma intermitente, generalmente cuando su pareja está desempleada o enferma.



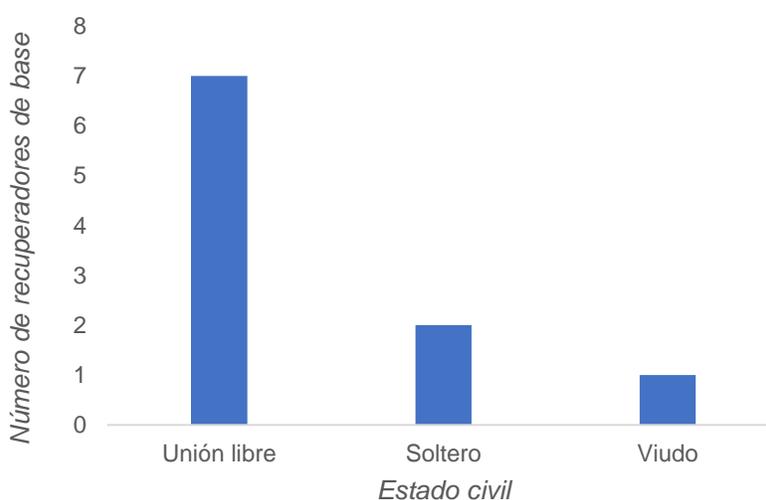
**Figura 4. Sexo de los recuperadores de base.**

En lo que respecta a la edad de los encuestados, están distribuidas según se muestra en la Figura 5. En ella se puede apreciar que los rangos de edad dominantes corresponden a los siguientes rangos: 26 a 30 y 36 a 40. En ambos casos con un 30%. En el caso de menores de edad y mayores de 40 años, solamente se identificó un 10% para cada rango. Sin embargo, es importante mencionar que, según lo conversado con el personal del vertedero, no es común encontrar menores de edad en el sitio, ya que se trata de restringir el acceso a este grupo. A pesar de ello, y gracias a que el vertedero posee diferentes accesos a lo largo de toda la propiedad, es difícil de controlar y en ocasiones algunos menores ingresan al sitio.



**Figura 5. Distribución de edades de los recuperadores de base.**

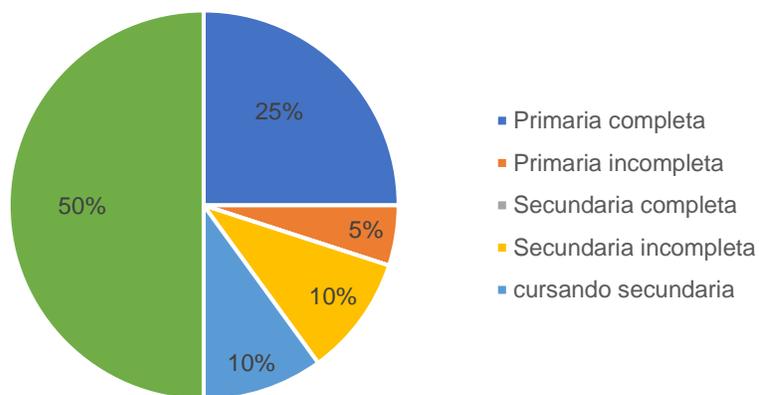
El estado civil de los recuperadores que sobresale es la unión libre, con un 70%, seguido por el de soltero, con un 20% y viudo con un 10% (Figura 6). En lo referente a este aspecto, es importante su abordaje ya que permite identificar justificantes o necesidad, ante la ausencia de otro medio de subsistencia, para optar por esta actividad como un oficio (Abarca, Bogantes, Hernández, 2002). Sobre esta misma línea, el 100% de los encuestados son el sostén de sus familias y esta actividad es su única fuente de ingresos, donde los núcleos familiares son relativamente pequeños ya que están conformados de 2 a 5 personas.



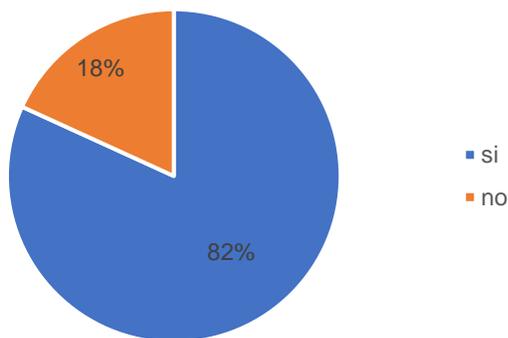
**Figura 6. Estado civil de los recuperadores de base.**

En lo que respecta a la escolaridad, el 50% finalizó la primaria, un 20% posee secundaria incompleta, un 20% se encuentra cursando algún grado de secundaria y un 10% no logró finalizar la primaria, como se muestra en la Figura 7. Este aspecto es importante ya que cuando la educación no es desconocida, por bajo nivel que sea, esa educación equipa con las habilidades de lectura y escritura básicas que pueden constituirse en importantes medios para favorecer otras formas de entrenamiento y aprendizaje (Abarca et al, 2002), lo que jugaría a favor en procesos de capacitación. Este nivel educativo se puede ver reflejado en el hecho de que el 90% ha tenido trabajos previos y posee experiencia en sectores como construcción, alimenticio, agrícola y en la recuperación formal de residuos. Cabe destacar que el 80% de los

encuestados actualmente se dedican únicamente a la recuperación y un 20% se dedican de forma intermitente a la recolección de café o a trabajo en restaurante. A pesar de que la mayoría posee experiencia y ha tenido trabajos previos, a raíz de la falta de empleo se han visto orillados a realizar la recuperación informal en el vertedero (Figura 8).



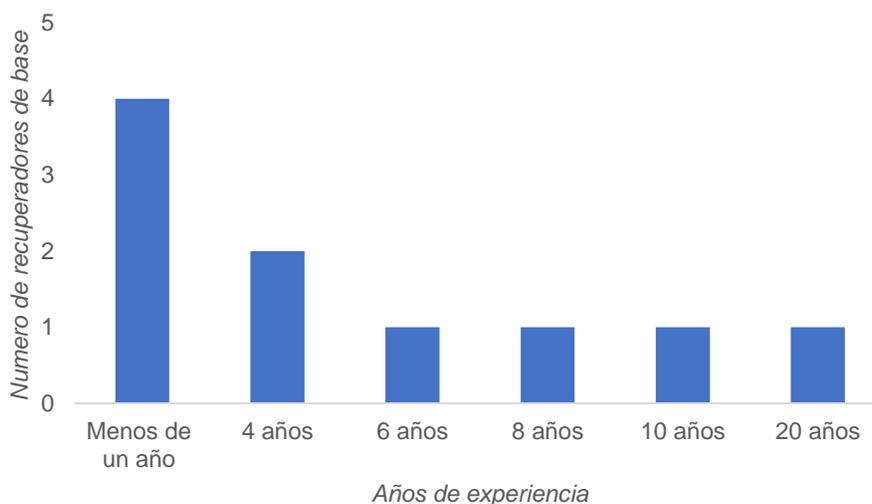
**Figura 7. Escolaridad de los recuperadores de base.**



**Figura 8. Trabajos adicionales a la recuperación de residuos.**

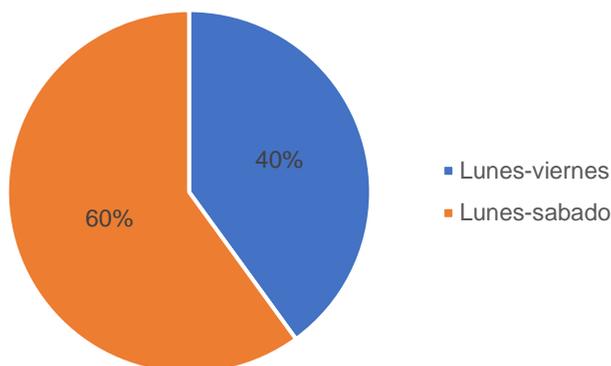
Sobre la experiencia, un 60% posee cuatro años o más de experiencia como recuperador y un 40% posee menos de un año (Figura 9). Es importante destacar que este 40% corresponde a la representación femenina y menores de edad, quienes en la mayoría de los casos se vieron obligados a incursionar en el oficio debido al desempleo del principal sostén de la familia. La amplia experiencia que poseen los recuperadores

turrialbeños en cuanto a la recolección, separación, acondicionamiento y comercialización, sin lugar a duda, es un punto a favor para la inserción en cualquier estrategia de inclusión al mercado laboral.

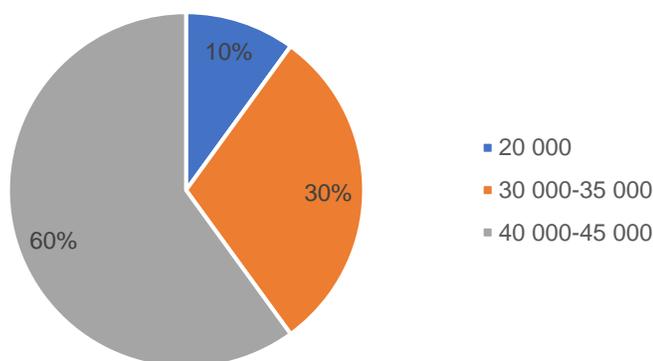


**Figura 9. Años de experiencia en el oficio de recuperación de residuos.**

En relación con los días a la semana que dedican a la recuperación, el 60% laboran de lunes a sábado y el restante 40% van de lunes a viernes (Figura 10). Al tratarse de una actividad realizada como medio único de subsistencia a nivel familiar, no es de extrañar que los recuperadores realicen la actividad aprovechando el horario de funcionamiento del vertedero. Este aspecto es un punto a favor ya que similar a las jornadas laborales en nuestro país. Considerando la homogeneidad en las jornadas laborales, los ingresos percibidos son muy similares para todos los encuestados, en un rango de 20 000 a 45 000 colones (31 a 71 dólares) por semana, con una dominancia del rango entre los 40 000 a 45 000 colones (63 a 71 dólares) semanales, como se aprecia en la Figura 11. Esta remuneración está por debajo del salario mínimo para un peón, el cual está establecido en 255 661,92 colones (401 dólares) al mes (MTSS, 2021).

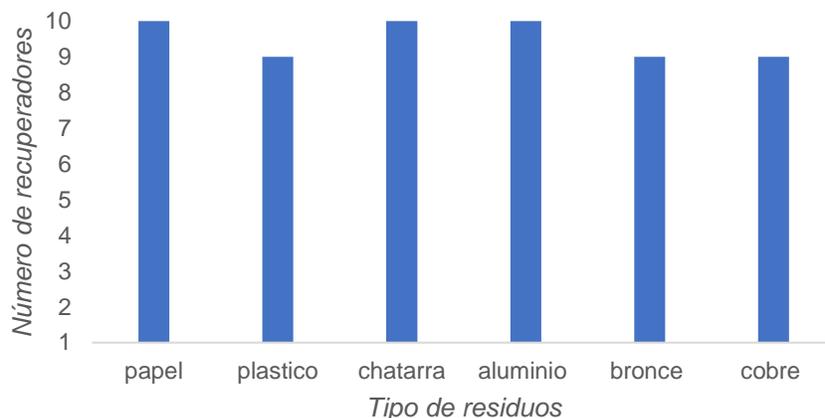


**Figura 10. Días a la semana destinados al oficio de recuperación de residuos valorizables.**



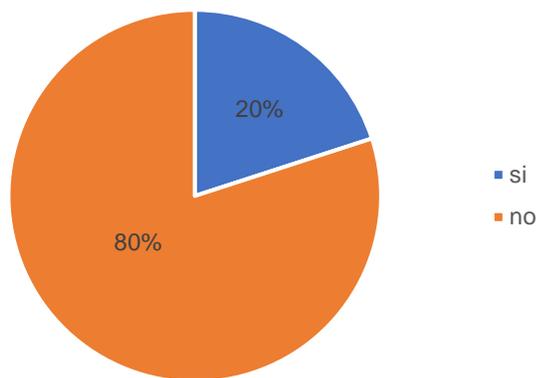
**Figura 11. Ingresos económicos percibidos semanalmente.**

Sobre el tipo de residuo recuperado se identificaron el plástico, el papel, la chatarra, el aluminio, bronce y cobre (Figura 12). El vidrio y el cartón no son recibidos por el único intermediario con el que los recuperadores realizan el proceso de comercialización, el cual se ubica a las afueras del vertedero, situación que facilita el traslado y venta de lo que se recupera diariamente. Sobre el plástico solamente se recuperan botellas tipo PET. Residuos como el cobre y el bronce son los más difíciles de encontrar y requieren de procesos de extracción que involucran la combustión de los residuos, lo que genera efectos nocivos al ambiente, a la salud de los que laboran allí y al entorno.

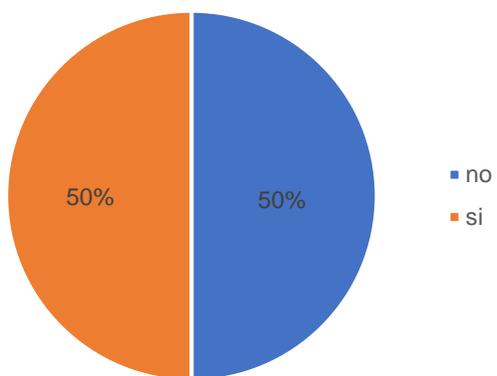


**Figura 12. Tipo de residuos recuperados en el vertedero.**

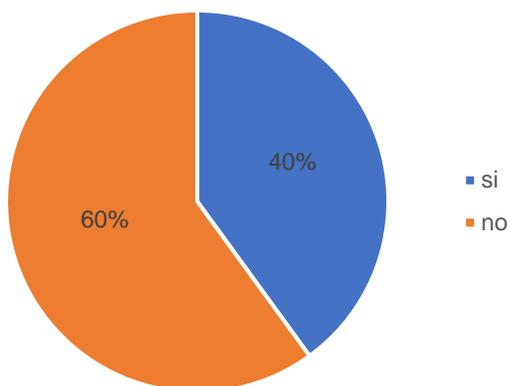
En lo referente a enfermedades, un 20% indicó presentar algún tipo de discapacidad o enfermedad, y un 80% no presenta ningún problema de salud (Figura 13). Acerca de las adicciones, un 50% no posee ningún tipo de adicción y el restante 50% posee adicción al tabaco (Figura 14). Sin embargo, según lo conversado con el personal municipal, dentro del vertedero se han presentado disturbios por venta de drogas, lo que lleva a pensar que existe adicción a sustancias ilícitas que los encuestados no quisieron exponer durante la encuesta realizada. De los encuestados el 60% no tenía acceso a seguro social, sin embargo, el 40% se encuentra dentro del programa de aseguramiento del Estado, el cual posee como requisito no poder satisfacer las necesidades básicas, de alimentación, vestuario, vivienda y salud (Figura 15).



**Figura 13. Enfermedades padecidas por los recuperadores de base.**



**Figura 14. Adicciones de los recuperadores de base.**



**Figura 15. Acceso a seguro médico.**

Durante la aplicación de las encuestas se efectuó una evaluación visual de las condiciones en las que se desarrolla esta actividad, y se determinó que las condiciones de salud y seguridad ocupacional no son una prioridad para este grupo de personas. Además de no poseer ningún tipo de equipo de protección personal, se ponen en riesgo al colgarse de los camiones recolectores que van ingresando al sitio, con el fin de acceder antes que los demás a los residuos. Situaciones como las antes descritas podrían desencadenar en escenarios adversos que pongan en riesgo la integridad física de los recuperadores; al estar expuestos a cortes, golpe, lesiones lumbares o de extremidades superiores e inferiores; intoxicaciones, atropellos, caídas, entre otros.

## **4.2 SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS**

La situación actual del sistema de gestión de residuos se caracterizó considerando las experiencias de la gestora de residuos, Ana Lorena Vallejo, a través de entrevistas, visitas de campo al centro de acopio y al vertedero, así como la información recopilada del Plan Municipal de Gestión Integral de Residuos Sólidos del cantón de Turrialba y de otros documentos municipales.

### **4.2.1 Composición y generación de los residuos ordinarios**

Según estimaciones realizadas en el año 2020 por la Municipalidad de Turrialba, la producción per cápita (PPC) en el distrito es de 0,745 kg/hab/día. La cual está por debajo del promedio nacional, de 1,1 kg/hab/día. Esta diferencia podría estar ligada a las costumbres de los habitantes de zonas rurales, donde los residuos son aprovechados como fuente de alimento para animales domésticos, gestionados a través de gestores informales o incinerados (Granados, 2014). También es importante considerar la metodología utilizada para realizar la estimación. Según se detalla en el PMGIRS, el muestreo se realizó en los meses de abril, mayo, setiembre, octubre, diciembre y enero, con una báscula instalada en la entrada del vertedero, se pesaron todos los vehículos que ingresaron durante los meses antes mencionados y se obtuvo un total de 32 110 kg/d. Para el cálculo de la PPC se tomaron en cuenta solamente las 12 312 viviendas reportadas por el departamento de catastro que reciben el servicio de recolección y se supuso un promedio de 3,5 habitantes por vivienda.

Se debe considerar que como se mencionó anteriormente, al vertedero ingresan residuos procedentes de distritos que no están mapeados por el departamento de catastro, ya que la recolección se realiza de manera privada. A pesar de que este dato puede afinarse para estar más ajustado a la realidad del cantón, sobre éste se realizará la propuesta de inclusión de los recolectores de base, ya que es el dato oficial que maneja la Municipalidad de Turrialba.

En lo que respecta a la composición de los residuos, en un estudio realizado en el año 2013 ; se determinaron los porcentajes del Cuadro 5

**Cuadro 5. Porcentaje de residuos generados en el cantón de Turrialba y a nivel nacional.**

<b>Categorías</b>	<b>Porcentaje según estratos</b>	<b>Porcentaje según comercios</b>	<b>Porcentaje nacional*</b>
Biodegradable <sup>8</sup>	37,51	22,01	51,7
Papel	6,96	6,54	12,5
Cartón	3,31	28,85	
Plásticos	9,44	11,33	12,3
Polilaminados	0,60	0,12	
Metales	1,16	2,76	1,2
Textiles	1,84	1,69	3
Vidrio	0,71	-	1,5
Otros	38,47	26,02	14,1

Fuente: Municipalidad Turrialba, 2021.

Abarca y Lobo, 2020. \*

En la mayoría de los casos se asemeja al promedio nacional con algunas fluctuaciones. No obstante, sobresale el caso de los residuos biodegradables, esta amplia diferencia puede deberse, como se mencionó previamente, a las costumbres de los habitantes del cantón y el aprovechamiento que se le esté dando a este tipo de residuos en cada vivienda. De igual forma, se mantiene la tendencia nacional, en la cual la fracción más grande de residuos corresponde a los biodegradables. En lo referente a la categoría otros no existen detalle de los residuos que lo componen.

#### 4.2.2 Cobertura del servicio de recolección de residuos sólidos

El cantón de Turrialba está conformado por 12 distritos, sin embargo, solamente se brinda servicio de recolección municipal a cuatro de ellos, Turrialba, La Suiza, Santa Rosa y La Isabel. Según estimaciones de la Municipalidad en el año 2014, la cobertura de recolección de residuos sólidos ordinarios era del 50,3% de la población. La recolección es llevada a cabo por 3 camiones de prensa y un camión de prensa modelo 1990 que se utiliza cuando se requiere sacar de funcionamiento algún camión por mantenimiento; así como una vagoneta pequeña de 3 toneladas para ingresar a sitios donde los camiones no tienen acceso. En otros distritos se realiza de forma privada, de acuerdo con lo establecido entre los habitantes y el encargado de la recolección. Estos distritos son, según la Municipalidad de Turrialba (2021):

- Distrito Santa Teresita
- Distrito de La Isabel en los barrios: Jesús María, San Martín, Alto Varas.
- Distrito Santa Rosa, en barrios: Río Claro, Verbena Norte y Verbena Sur.
- Distrito Santa Cruz, en los barrios: El Carmen, Calle Vargas, Torito, Santa Cruz
- Distrito Tres Equis, en los barrios: Pacayitas y Chitaría.
- Distrito Pavones, en los barrios: San Rafael, Jabillo y Sitio Mata.
- Distrito Turrialba, en los barrios: La Susanita, San Juan Norte, San Juan Sur.
- Distrito La Suiza, en los barrios: Las Colonias y Los Ángeles.
- Distrito Tuis, en San Joaquín.
- Distrito Chirripó, en los barrios: Grano de Oro, Pacuare Arriba, Santubal y Platanillo.
- Distrito Tayutic, en barrio Pacuare (sur) y Jicotea.

Al igual que en la mayoría de las municipalidades del país, el cantón de Turrialba no posee una cobertura de recolección del 100% (Gaviria y Soto, 2007), y si bien no se tiene un dato exacto del porcentaje de recolección de residuos recolectados por distritos, la recolección no es del 100% en aquellos que son atendidos, ya sea por la municipalidad o por el servicio privado de recolección. De acuerdo con la Gestora de

Residuos es debido a razones de costos, presupuesto, gestión de cobro, acceso, entre otros.

Si consideramos lo establecido en el artículo 8 de la Ley de gestión integral de residuos, una de las funciones de las municipalidades es proveer a todos los habitantes de su territorio de servicio de recolección de residuos sólidos, en forma periódica, selectiva y accesible, por lo que a pesar de los esfuerzos en la ampliación de rutas y compra de equipos, por parte de la Municipalidad, no ha sido posible cumplir con esta función. Esta situación no es aislada, en otras municipalidades del país los esfuerzos se centralizan en las áreas más pobladas y de fácil acceso, dejando por fuera aquellas alejadas o con baja densidad poblacional, principalmente por factores políticos, organizacionales, de planificación y conveniencia. (Gaviria y Soto, 2007)

### **4.2.3 Gestión de residuos valorizables**

#### ***4.2.3.1 Recolección***

La recolección municipal de residuos valorizables se lleva a cabo con una cuadrilla de 3 trabajadores en 11 rutas de recolección diferenciadas, casa por casa y en 6 puntos estratégicos de recolección, como se detalla en la Figura 16.



**Municipalidad de Turrialba**  
Gestión de residuos  
**Rutas de recolección de residuos valorizables (reciclaje)**

Hora de Inicio de las rutas 5:50 am

LUNES RU1	MARTES RU2	MIÉRCOLES RU3	JUEVES RU4	VIERNES RU5	SABADO***
Carmen Lira	Los Olivos	Camusa	Campabadal	La Guaria	RU6
Los Laureles	Azul (Torrealba)	Torre Luna	INVU	Alto Cruz	-----
La Fortura	Veroliz	La Margot	Las Americas	Poró	RU8
Abel Saenz	Loma Azul	Recope	La Haciendita	Castro Salazar	
Nuevos Horizontes	El Mora	Cedros	San Rafael	Turrialba Centro	
Omar Salazar	La Isabel	La Dominicana	Jorge de Bravo	<i>Comercios inscritos</i>	
Yapiri	Gallina Barata	Mon Río (puente)			
Silencio	La 18	San Cayetano			
Tomas Guardia	Res. Don.Tomás	La Cecilia			
Sictaya	El Repasto	Botecito			
El Coyol		Calle Aragón			
		Calle Puntarenas			

Rutas Alternadas Sábados***	
RU6	Aquiáres (Un punto) Proyecto Santa Rosa Santa Rosa (Ant.Delegación)
RU8	La Suiza (Puntos)

Otras Rutas****	
RU7	Escuela Tayutic y Carretera Principal Tuis (Carretera Principal)
RU9	Sitio Mata (ASADA)
RU10	Pavones (Esc. Blas Solano y Turriplantas)
RU11	Calle Gamboa (Iglesia Católica) Pulpería El Tramo (Río Claro)

Observaciones
***Los sábados cada 15 días se recolectará en la RU6 y el restante 15 días se recolectará en la RU8.
****Estas rutas se realizan según cronograma establecido del servicio, y previa coordinación con el encargado en el sitio.
Para inscripciones de Comercios pueden comunicarse al 2556-0231 ext. 107, o al correo <a href="mailto:avallejo@muniturrialba.go.cr">avallejo@muniturrialba.go.cr</a>

Ruta	Zona	Puntos de Recolección	
Ruta 6	Aquiáres	Punto 1	Lado atrás de la Plaza
	Santa Rosa	Punto 1	Antigua Delegación de Policía
Ruta 7	Tayutic	Punto 1	Escuela de Excelencia Tayutic y Carretera Principal
	Tuis	Punto 1	Carretera Principal
Ruta 8	La Suiza	Punto 1	Costado oeste del CTPS (por la entrada del gimnasio)
		Punto 2	Costado este del CTPS, casa Emilce Orozco
		Punto 3	Calle detrás de La Clínica, Casa de Miguel Umaña
		Punto 4	Calle Piedra Grande, Casa de Rosibel Molina
		Punto 5	Barrio La Leona, Casa Alfonso
		Punto 6	Centro Cívico
		Punto 7	Entrada por el BN, casa Fiorella Valverde
		Punto 8	Casa María Machado
		Punto 9	Entrada frente al Pollos Tuli por el Palí
		Otros	Clinica La Suiza (Se recoge una vez al mes RU7)
Comercios	El Colono Agropecuario La Suiza, Compusuiza		
Ruta 9	Sitio Mata	Punto 1	ASADA
Ruta 10	Pavones	Punto 1	Escuela Blas Solano
		Punto 2	TurriPlantas
Ruta 11	Calle Gamboa y Río Claro	Punto 1	Iglesia Católica (Calle Gamboa)
		Punto 2	Pulpería El Tramo (Río Claro)

Frecuencia de Rutas	
	Ruta ordinaria
	Ruta quincenal
	Ruta cada 22 días
	Ruta bimensual

**Figura 16. Rutas de recolección de residuos valorizables.**

Fuente: Municipalidad de Turrialba

#### ***4.2.3.2 Composición y gestión de los residuos valorizables recuperados por la Municipalidad.***

Los residuos valorizables son procesados en el centro de recuperación administrado por la empresa, gestora de residuos autorizada, Preserve Planet. Donde se valoriza cerca del 95% de los materiales que ingresan. Los tipos de residuos recuperados son el papel, cartón y cartoncillo, plástico (PET y HDPE), vidrio, eléctricos y electrónicos, latón, aluminio, cartuchos, tetra pak y coprocesables. En el Cuadro 6 se muestra el detalle de los residuos gestionados en el centro de acopio. Esta empresa no solamente se encarga de la gestión de residuos, si no que a su vez colaboran con charlas y campañas, gestionan los residuos peligrosos y de manejo especial de la municipalidad. Además, tramitaron el reconocimiento de bandera azul y mantienen el centro de acopio libre de aglomeraciones, ya que tienen la facilidad de trasladar los excedentes a su centro de acopio principal ubicado en Desamparados. Además de garantizar el mantenimiento de la infraestructura, el orden y el aseo y brindar informes mensuales detallados.

**Cuadro 6. Cantidad de residuos recuperados en el centro de acopio durante el año 2020.**

Material	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Papel	832	341	4.418	2.338	1.902	2.771	1.572	1.945	2.372	1.750
Cartón	677	3.175	4.339	5.056	5.388	5.552	4.798	4.363	4.269	5.154
Plástico	407	1.597	1.911	1.942	1.456	1.790	1.537	1.716	1.376	1.480
Plástico	351	1.104	2.122	1.956	1.470	1.703	1.380	1.787	1.402	1.471
Plástico	0	0	127	94	109	131	109	17	116	66
Plástico	0	0	75	43	77	83	23	75	101	39
Vidrio	301	2.010	3.017	2.431	2.094	2.311	2.127	3.116	2.033	2.388
Latón	287	1.217	2.060	1.419	1.276	1.356	1.190	1.494	1.420	1.227
Aluminio	50	322	662	507	436	601	482	527	788	751
Tetra-Pak	366	814	1.522	1.207	1.155	1.448	1.321	1.481	1.726	1.176
Coprocesables	703	3.625	2.010	2.530	3.137	2.336	3.619	2.907	2.008	3.450
Desecho	0	0	861	919	962	1.050	1.150	1.132	917	902
<b>TOTAL(kg)</b>	<b>3.973</b>	<b>14.204</b>	<b>23.122</b>	<b>20.440</b>	<b>19.461</b>	<b>21.131</b>	<b>19.308</b>	<b>20.560</b>	<b>18.525</b>	<b>19.853</b>
<b>TOTAL (t)</b>	<b>3,97</b>	<b>14,20</b>	<b>23,12</b>	<b>20,44</b>	<b>19,46</b>	<b>21,13</b>	<b>19,31</b>	<b>20,56</b>	<b>18,53</b>	<b>19,85</b>

Fuente: Municipalidad de Turrialba

Gestores ambientales de diversas Municipalidades afirman que residuos como baterías, aparatos electrónicos, cobre, hierro, bronce, acero, hojalata, lata y residuos orgánicos, son difíciles de colocar para el reciclaje y no todos los centros de acopio los reciben (Rodríguez, 2020). La Gestora de Residuos de Turrialba adicionó como un factor el espacio disponible en el centro de acopio y la escasez de personal.

Otro componente importante son las campañas de recolección de residuos no tradicionales. Estas campañas se realizan anualmente en puntos estratégicos de algunas comunidades del cantón. Para definir los sitios donde se priorizará la recolección se trabaja en coordinación con el Ministerio de Salud, como parte de los esfuerzos para atender y disminuir la presencia del dengue en el distrito central. La logística para realizar esta recolección consiste en utilizar el recurso disponible e ir casa por casa recolectando los residuos no tradicionales. En el año 2019 se logró recuperar alrededor de 1588 toneladas de residuos valorizables (Municipalidad de Turrialba, 2021)

### ***Centros de recuperación de residuos valorizables privados***

En el cantón también existen centros de acopio privados que han brindado el servicio de valorización a la comunidad, desde antes que la Municipalidad iniciara los esfuerzos alineados a una gestión integral de residuos. En el Cuadro 7 se muestra la estimación de las cantidades de residuos valorizables recuperados por los centros de recuperación particulares.

**Cuadro 7. Cantidad de residuos recuperados por los centros de acopio identificados por la Municipalidad de Turrialba.**

<b>Centros de recuperación</b>	<b>Recuperación (ton/mes)</b>
Municipal (2020)	19,5
Levin (2019)	219,4
El Valle (2019)	35

<b>Centros de recuperación</b>	<b>Recuperación (ton/mes)</b>
Jireh (2019)	48,5
<b>Total</b>	<b>322,4</b>

Fuente: Municipalidad de Turrialba

Si bien estos centros de recuperación han brindado el servicio a la comunidad desde antes que la Municipalidad, estos centros no son gestores autorizados de residuos sólidos, ya que no cumplen con los requisitos o no han realizado los trámites correspondientes.

#### **4.2.4 Iniciativas y recursos existentes en el cantón para la gestión integral de residuos**

Actualmente la Municipalidad ha sumado otros esfuerzos para mejorar el aprovechamiento de los residuos, entre los que destacan la marca “Sumando Vida” y el programa de recolección y tratamiento de bio-residuos

La marca Sumando Vida tiene como objetivo promocionar los programas y servicios de la gestión integral de residuos en el cantón. En lo que respecta a la recuperación y tratamiento de los bio-residuos, el programa consta de tres etapas:

1. Programa de Recolección de Bio-residuos y Tratamiento en Planta Municipal.
2. Programa de Tratamiento de Bio-residuos en Hogares y en Centros de Trabajo.
3. Programa de Tratamiento de Bio residuos en Fincas Agropecuarias.

El objetivo de este proyecto es contribuir a la reducción de residuos orgánicos dispuestos en el vertedero municipal, las emisiones de gases de efecto invernadero, y por consiguiente la reducción en la generación de lixiviados

#### **4.2.5 Programa de educación ambiental**

La Municipalidad posee un programa de educación ambiental centrada en la realización de campañas educativas y de sensibilización para la gestión de residuos sólidos. Estas campañas están conformadas por actividades tales como charlas, talleres y ferias. El registro de las capacitaciones desarrolladas en el año 2020 indicó un total de 15 actividades. Entre las que destacan el “Primer Congreso Rechaza y Reduce”: “Las Rs más importantes”, ya que fue una actividad desarrollada en la modalidad virtual en colaboración con el centro de Acopio Preserve Planet, con el objetivo de impulsar, en la población, el consumo consciente y responsable.

Las alianzas con otras instituciones han permitido la ejecución del programa de educación ambiental. Las instituciones involucradas son: SINAC-MINAE, Ministerio de Salud, Ministerio de Cultura, Universidad Estatal a Distancia, Comité Cantonal de la Persona Joven, Ministerio de Educación Pública, Cámara de Comercio y Turrialba Sostenible. La principal limitante para la municipalidad es la falta de personal, puesto que el departamento de Gestión de Residuos está conformado únicamente por la Ingeniera Ana Lorena Vallejo y la municipalidad ni siquiera cuenta con un Gestor Ambiental

Las limitaciones que se presentan en la Municipalidad de Turrialba se replican en otras partes de nuestro país. La falta de personal asignado a las funciones de gestión ambiental ocasiona que se descuiden aspectos como la educación ambiental, la protección del recurso hídrico, el control de emisiones, y la implementación de programas de reducción de consumo de agua y electricidad (Mata, 2013)

#### **4.2.6 Disposición final**

Desde la entrada en vigor del Plan de Residuos Sólidos (PRESOL) el número de rellenos sanitarios y vertederos ha venido en decrecimiento (Zamora, 2016), ya que algunos no cumplían con los requisitos para ser un sitio de disposición final o porque ya

cumplieron su vida útil. En el caso de Turrialba, el Ministerio de Salud y el Tribunal ambiental han estado dando control y seguimiento al inminente cierre del vertedero municipal, dando un ultimátum de cierre a febrero del 2022.

Esta situación obligó a la Municipalidad a tomar la decisión de implementar una estación de transferencia para transportar los residuos generados en el cantón al relleno sanitario más cercano. El proyecto “Estación de Transferencia de Residuos”, cuenta con el diseño de anteproyecto y la Viabilidad Ambiental. Actualmente está pendiente la contratación para el diseño detallado de planos, y la actualización de la tasa de recolección y depósito, para posteriormente, realizar la licitación pública para su construcción.

Las estaciones de transferencia tienen la ventaja de que ayudan a reducir los costos de transporte, al permitir que los equipos de recolección pasen menos tiempo viajando hacia y desde vertederos distantes, y más tiempo recolectando residuos. Esta estrategia también reduce el consumo de combustible y las emisiones, los costos de mantenimiento del vehículo de recolección, el desgaste de la carretera y el tráfico en general (EPA, 2020).

Sin embargo, si bien esta situación permitirá una adecuada disposición final, también aumenta los costos de la gestión y elimina la fuente de ingresos de los recuperadores de base. Es por esta razón que la municipalidad debe redoblar esfuerzos para implementar proyectos que beneficien económicamente a la comunidad, al disminuir la cantidad de residuos que deben ser enviados a disposición final y ofreciendo fuentes de empleo.

#### **4.2.7 Esfuerzos de incorporación de los recuperadores en la gestión de residuos valorizables.**

En lo que respecta a los esfuerzos de incorporación de los recuperadores de base a la cadena de valorización de residuos, según la gestora de residuos, Lorena

Vallejo, algunos de los primeros esfuerzos por incluir a los recuperadores dentro del programa de recuperación de residuos se iniciaron cuando la municipalidad comenzó con la recolección diferenciada. Inicialmente se les permitió colaborar con la recolección casa por casa, una vez recolectado el residuo, ellos mismos se encargaban de la separación y el acondicionamiento, así como de la comercialización. Sin embargo, representaban un riesgo al no formar parte del personal municipal y no poseer seguro. Además, no eran capaces de gestionar todos los residuos que podían ser valorizados ya que estaban sujetos a los intermediarios en Turrialba.

Por lo antes expuesto se tomó la decisión de separarlos de la recolección y se procedió a entregar los residuos en un área dentro del vertedero destinada para la separación. Lo que supuso una serie de inconvenientes ya que, de igual manera, muchos de los residuos eran desechados, había robo de materiales y los recuperadores se encontraban dentro de un sitio, sin las condiciones mínimas de salubridad.

En vista de que la municipalidad estaba finalizando la construcción del centro de acopio dentro del plantel municipal y era necesario la adjudicación de su administración, se iniciaron los procesos de formalización de un grupo pequeño de recuperadores. Inicialmente, con acompañamiento de ACEPESA, quienes se ofrecieron a pagar los trámites legales para el proceso de conformación de una asociación o cooperativa. Otra de las opciones que se considero fue la incorporación de los recuperadores a la Asociación de Desarrollo Integral del barrio Carmen Lyira, sin embargo, por el proceso de contratación administrativa no se garantizaba que se les asignara la contratación. Al no lograr la formalización a tiempo, se procedió a la adjudicación de la administración del centro de acopio municipal a la empresa Preserve Planet, dedicada a la gestión de residuos, quienes dieron trabajo a dos de los recolectores.

Por su parte, la asociación ACEPESA con financiamiento de plataforma Latitud R y en coordinación con la fundación Avina, iniciaron un proyecto denominado “Hacia un reciclaje inclusivo”, este proyecto busca aportar al desarrollo de un modelo de reciclaje inclusivo que incorpore el componente de la sostenibilidad económica, social y ambiental, con un aporte para la formalización y mejora de las condiciones de los recicladores de base, y al desarrollo de la Economía Circular en América Latina.

A través de esta iniciativa se logró acceso a fondos para intervenir en los cantones de Turrialba, San Carlos, Golfito y Liberia. Con este dinero se pretende brindar capacitación, fortalecer las capacidades de los involucrados y formalizar la actividad, por ejemplo, a través de la conformación de cooperativas y asociaciones. Este proyecto brindaría reconocimiento por parte de los Municipios a este grupo, visibilidad y las condiciones óptimas para el desarrollo de la actividad de recuperación.

Como parte de este proyecto la Asociación ACEPESA conformó un comité con 5 recuperadores del cantón interesados, y ya han realizado las primeras reuniones. Sin embargo, el proyecto está iniciando y todavía no posee una ruta clara de cómo incorporar a la mayor cantidad de recuperadores dentro del proyecto. Es importante aclarar que, si bien la municipalidad posee un papel importante para garantizar el éxito de este proyecto y de la incorporación del mayor número de recolectores, este no es un proyecto municipal.

### **4.3 ESTRATEGIA DE COMERCIALIZACIÓN PARA LOS RESIDUOS VALORIZABLES QUE INCORPORA A LOS RECUPERADORES DE BASE**

La caracterización del sistema de gestión de residuos y de la realidad de los recuperadores de base permitió identificar una serie de oportunidades para la implementación de una estrategia de inclusión y formalización de su trabajo. Con la información recopilada se delimitaron los pasos a seguir para lograr la coordinación de actores importantes como las instituciones públicas, centros de acopio, sector privado y los recicladores. Se debe mencionar que esta estrategia parte del hecho de que la municipalidad es el actor principal y sobre ella recaen muchos de los aspectos necesarios para lograr el éxito de su implementación. Sin embargo, la Municipalidad no posee ni los recursos económicos, ni el personal necesario para encargarse por sí solos de este proyecto, es aquí donde entra en juego la coordinación con otras instituciones, públicas y privadas, que puedan colaborar con aspectos relacionados con logística, financiamiento, capacitación, asesoría y seguimiento.

El principal objetivo en la incorporación de una estrategia de este tipo es contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de los recuperadores de la mano con un aumento cuantificable de los residuos recuperados en el cantón de Turrialba, y por consiguiente la mejora de los indicadores ambientales en el cantón.

Dos de las figuras legales que pueden utilizarse para crear alianzas con las instituciones públicas son las cooperativas y las asociaciones. Según la experiencia de la Municipalidad de Turrialba, conformando una cooperativa para la formalización de los recuperadores y la de otros proyectos a nivel país, como el caso de ARELI, se recomienda la creación de una asociación conformada por cualquier persona que se dedique a la recolección de residuos valorizables como medio de subsistencia. Así mismo, considerando el grado académico de los recuperadores del vertedero las asociaciones serían una mejor opción, tomando en cuenta que estas son más fáciles

de conformar y su funcionamiento es más sencillo, en comparación con las cooperativas (ALIARSE y ACEPESA, 2013)

Este proyecto beneficiaría a los recuperadores ya que el vínculo entre la municipalidad facilitaría la coordinación con otros actores y brindaría espacios para la difusión y el aprendizaje, mediante charlas, talleres y eventos que aumenten la conciencia, identificación y participación ciudadana, tanto de los miembros de la comunidad como del comercio. Algunos beneficios directos para los recuperadores se desglosan a continuación:

- Flexibilidad laboral
- Inclusividad de aquellos que laboren dentro y fuera del vertedero
- Dotación de recursos materiales para la recuperación y comercialización de los residuos
- Alianzas con empresas recicladoras para aumentar los tipos de residuos que se tiene acceso para valorizar.
- Formalización de la actividad con acceso a seguro social.
- Inscripción ante el Ministerio de Hacienda.

Al contemplar estos beneficios el proyecto podría resultar atractivo para muchos de los recuperadores, ya que les ofrece algunas de las condiciones propias de la informalidad, como la flexibilidad laboral ya que normalmente ellos mismos consolidan sus jornadas laborales de acuerdo con sus posibilidades. Adicionalmente brinda las herramientas para que la actividad de recuperación se desempeñe en condición de salud y seguridad laboral y da acceso a seguro social y una póliza que respalde en caso de enfermedad o accidente.

El éxito radica en la elaboración de una propuesta estructurada con espacios para la mejora continua y que considere la integración de las diferentes partes interesadas para el seguimiento del plan. Los pasos para la implementación de la propuesta son:

1. Establecer el vínculo entre las instituciones públicas, el sector privado y los recuperadores de base.
2. Brindar capacitación a los recuperadores de base en materia administrativa, legal y operativa
3. Realizar las modificaciones correspondientes en el sistema de gestión de residuos valorizables, para la incorporación de los recuperadores como administradores del servicio de separación y valorización.

#### **4.3.1 Establecer el vínculo entre las instituciones públicas, el sector privado y los recuperadores de base.**

.....El proyecto “Hacia un reciclaje inclusivo” busca la organización de grupos de recuperadores, lo que incluye financiamiento y acompañamiento para la formalización y los procesos legales que esta requiere. Sobre esta misma línea, y considerando los acercamientos que ACEPESA ha tenido con los recuperadores, se podría aprovechar este avance para identificar y conformar el grupo de recuperadores dispuestos a iniciar el proyecto. Seguidamente, en conjunto con la Municipalidad de Turrialba, deberían plantear un plan de acción para buscar la alianza público - privada que permita a los recuperadores gestionar los residuos del cantón.

.....Para incorporar a los recuperadores de base de forma integral a los procesos de recuperación y valorización de residuos en la comunidad de Turrialba es importante que su involucramiento este de la mano con actividades de sensibilización, para garantizar que la comunidad y otros entes involucrados comprendan la importancia de su labor. Por lo que, paralelo al inicio del proceso de formalización, se deberá establecer el vínculo con las instituciones y el sector privado. Un punto a favor es que tanto el departamento de gestión de Residuos de la Municipalidad, como la alcaldía, comprenden los beneficios y la importancia de la incorporación del sector informal. Sin embargo, la concientización debe extenderse a otros departamentos y a nivel de

Consejo Municipal. Es recomendable establecer un cronograma de reuniones que contemplen tres actividades principales.

1. Una primera reunión entre la Municipalidad, ACEPESA y el grupo organizado de recuperadores, con el fin de definir el proyecto, asignar objetivos y las actividades correspondientes.
2. Una segunda reunión con miembros Municipales, para establecer la importancia y los beneficios de la incorporación de los recuperadores en la cadena de aprovechamiento de residuos sólidos en el cantón
3. Finalmente se deberá coordinar encuentros con otros actores interesados y que pueden aportar desde sus competencias.
  - a. Empresas recicladoras: para establecer alianzas para la gestión de los residuos.
  - b. Universidades públicas y privadas: elaboración de talleres, charlas, o procesos de capacitación comunal en temas de conciencia ambiental, separación y valorización de residuos, mediante trabajos comunales, el desarrollo de prácticas y proyectos de graduación.
  - c. INA: para brindar capacitación y asesoría a los recuperadores en temas relacionados con la administración del centro de acopio.
  - d. Cámara de comercio: para crear un vínculo entre las empresas del cantón y procurar la separación adecuadas y la entrega de residuos al proyecto.
  - e. Asociaciones de desarrollo: para que sirva como puente para crear un acercamiento con la comunidad y establecer relaciones de confianza con la entrega de los residuos a los recuperadores.

Para la selección de las instituciones se consideraron aquellas que jugaron un rol importante en proyectos similares, así como en otras propuestas de inclusión. Además, en la entrevista con la Gestora de residuos se identificaron aquellos actores con los que la municipalidad posee buenas relaciones y podrían estar anuentes a incursionar en este proyecto. Sin embargo, es importante que la lista presentada en

este documento sirva de línea base y que a futuro se logren involucrar a todos aquellos que estén dispuestos a contribuir.

Los talleres de sensibilización dirigidos a funcionarios municipales y regidores son particularmente importantes ya que estos representan actores políticos que pueden contribuir con la aprobación de políticas, acuerdos e inclusive presupuestos. Tomando como referencia la experiencia de la Municipalidad de Liberia, se deberá redactar un convenio para ser firmado en el momento en que la agrupación de recuperadores esté debidamente inscrita en el Registro de Asociaciones, donde entra en juego el apoyo político municipal. Este convenio establecería un marco regulatorio por medio del cual se ejecutaría la colaboración de la asociación de recuperadores con la Municipalidad de Turrialba y de esta forma la gestión de los materiales reciclables y parte de la recuperación de los hogares y comercios del cantón se daría a través de la futura asociación.

Dentro de las ventajas que deben ser expuestas al personal y regidores municipales, destaca el beneficio financiero, por el ahorro en la recolección de residuos sólidos (en combustible, personal y transporte) y en la disminución de la cantidad de residuos sólidos que deben ser direccionados a disposición final, repercutiendo esto en una mejoría en la calidad de vida de la población del cantón y un aumento en la oferta laboral.

En el caso de Turrialba, la municipalidad ya cuenta con un centro de acopio propio, por lo que una de las posibilidades es que tras la conformación de la asociación ésta sea la encargada de su administración.

#### **4.3.2 Brindar capacitación a los recuperadores de base en materia administrativa, legal y operativa**

Si bien es cierto, uno de los beneficios de incorporar a los recuperadores en la cadena de valorización de los residuos es la experiencia y el conocimiento en la separación, acondicionamiento y venta de los residuos, existen otras habilidades y

conocimientos que deben poseer los miembros de la futura asociación. Entre las que destacan:

- Seguridad laboral.
- Identificación de nuevos residuos.
- Aspectos legales para la formalización dentro del mercado.
- Aspectos administrativos y financieros para asegurar la sostenibilidad económica de la asociación.

La capacitación es vital para que los recuperadores puedan administrar un centro de acopio y manejar el funcionamiento de una asociación. Por lo que deben aprender sobre la inscripción, adquisición y mantenimiento de libros, entre otras actividades. También es importante la capacitación en aspectos de igualdad de género para garantizar la representación femenina de la asociación (Sanabria, 2020), así como de trabajo en equipo, resolución de conflictos, gestión del trabajo y conceptos básicos de administración y conceptos básicos para el manejo de desechos sólidos. (ALIARSE y ACEPESA, 2013)

Para el desarrollo de estas capacitaciones, se deberá aprovechar el financiamiento y acompañamiento que ACEPESA brinda como parte de su proyecto “Hacia un reciclaje inclusivo”, por lo que la Municipalidad en colaboración con esta asociación debería coordinar esfuerzos con los actores correspondientes, de manera que se puedan brindar de forma gratuita o con costos diferenciados.

Con el objetivo de evaluar el efecto positivo de las capacitaciones se deberán realizar evaluaciones a los recuperadores que conformen el proyecto de forma periódica. Por la importancia de este punto para complementar el conocimiento práctico en la recuperación y acondicionamiento de los residuos que poseen los recuperadores, la Municipalidad y ACEPESA deberán elaborar un Plan de capacitación, que evalúe el aprendizaje y de seguimiento para corroborar la puesta en práctica de los conocimientos adquiridos, y así reconocer otras áreas que requieran de enseñanza o reforzamiento.

### **4.3.3 Modificación del sistema de gestión de residuos valorizables**

Para lograr el éxito del proyecto es necesario optimizar el actual sistema de gestión de residuos municipal, y así lograr un aumento en los residuos que son recuperados, al mismo tiempo que realizar las adecuaciones correspondientes para permitir la incorporación de los recuperadores de base al proceso.

#### **4.3.3.1 Rutas de recolección**

En lo referente a las rutas de recolección, la municipalidad ha establecido desde el año 2016 la recolección diferenciada, enfocándose en aquellas comunidades que pagan la tarifa de recolección. Sin embargo, en algunos casos se han dispuesto puntos específicos donde realizar la recolección, en algunas comunidades que cuentan con servicio de recolección de residuos ordinarios privada. Es importante mencionar que la municipalidad cuenta con un camión propio destinado la recolección de los residuos valorizables. Sin embargo, no da abasto para realizar una recolección más extensa y frecuente. Por lo que es importante optimizar las rutas para maximizar el recurso disponible. Se deben explorar alternativas como aumentar a dos días la recolección de residuos valorizables y disminuir la recolección de no valorizables a una vez a la semana. Actualmente el servicio se brinda de forma contraria, una vez para valorizables y dos veces por semana para no valorizable, al menos en el distrito central.

Según lo expresado por la Gestora de residuos, por el momento el departamento no tiene planes para aumentar las rutas de recolección, principalmente por la falta de personal y equipo, a pesar de esto la municipalidad debe plantearse realizar el ajuste tarifario correspondiente que permita aumentar la cobertura, según como lo establece la legislación nacional vigente.

#### **4.3.3.2 Caracterización de residuos**

Es importante que la municipalidad cuente con un estudio de composición de residuos más detallado y con información confiable y actualizada. Esto permitiría desarrollar un plan más real con datos numéricos precisos que faciliten los cálculos de viabilidad del proyecto. Esta información es vital para evaluar indicadores, tomar decisiones y establecer planes de acción.

#### **4.3.3.3 Educación ambiental**

El plan de gestión debe incorporar elementos más robustos en lo referente a educación ambiental. Este punto es crucial para garantizar una separación en la fuente efectiva y generar un impacto positivo en la comunidad y el ambiente. Para una recuperación adecuada de los residuos es fundamental empoderar a la comunidad para que reconozcan la importancia de la separación en la fuente y el impacto que tienen no solo a nivel ambiental, sino también en la generación de empleo para personas que por lo general viven en situación de pobreza.

Para trabajar este aspecto se deberán desarrollar talleres de capacitación dirigidos a las asociaciones de desarrollo integral de las diferentes comunidades y con acceso al público en general. La capacitación en las comunidades es fundamental para que los vecinos entreguen los residuos sólidos a los recicladores de base cuando inicie la recolección casa por casa. Otro aspecto a considerar es dar especial énfasis a la educación en centros educativos, para darles la información a los niños de manera que la transmitan dentro de sus hogares y tomar ventaja del fácil acceso que tienen los educadores a los padres de familia mediante envío de comunicados con información concisa que promueva una recuperación de los residuos más eficiente y eficaz

La capacitación ciudadana debe estar enfocada en temas relacionados con la separación y el acondicionamiento de los residuos previo a su entrega, pero se deberá brindar especial énfasis en la entrega de residuos durante la recolección municipal o a

la formación de los recuperadores que formen parte del proyecto y estén debidamente identificados.

.....Estas capacitaciones deberán estar organizadas por la municipalidad, de esta forma se cuenta con el respaldo y se transmite a la comunidad la seguridad de formar parte de esta iniciativa y crear el espacio idóneo para la inclusión formal de los recuperadores de base. Sin embargo, considerando la complejidad del proyecto y el escaso personal con que cuenta la Municipalidad de Turrialba, se deberán incorporar las alianzas desarrolladas previamente y descritas en la sección 4.3.1

#### **4.3.3.4 Otros elementos importantes**

La municipalidad de la mano con el Ministerio de Salud deberán realizar una revisión de los comercios que cuenten o no con un plan de gestión integral de residuos y velar por que se cumpla lo establecido en dichos planes. Como parte de los procesos de asesoría, el municipio podría recomendar la entrega de los residuos al proyecto y facilitar la coordinación de la recolección diferenciada en el establecimiento comercial según los requerimientos de salida de los residuos. Esta recolección deberá correr a cargo de los recuperadores, ya que por asuntos de logística y disponibilidad de transporte la municipalidad no puede comprometerse a cubrir una recolección particular para cada comercio de la zona. Así mismo se podría habilitar una línea telefónica en la que los habitantes de la comunidad se puedan comunicar para agendar la recolección en caso de que tengan un volumen considerable de residuos en sus viviendas. La intención es facilitar a la comunidad la entrega constante de los residuos y evitar así que se desechen por falta de alternativas residuos que pueden ser valorizados.

En lo que respecta a la locación para la recuperación y valorización se podría considerar el uso de las instalaciones que posee la municipalidad dentro del Plantel Municipal, actualmente utilizada como centro de acopio cantonal. Sin embargo, es importante considerar que la administración del centro de acopio actualmente está a

cargo de Preserve Planet, por lo que se deberá esperar a que finalice el contrato vigente para optar por un cambio en la administración del centro.

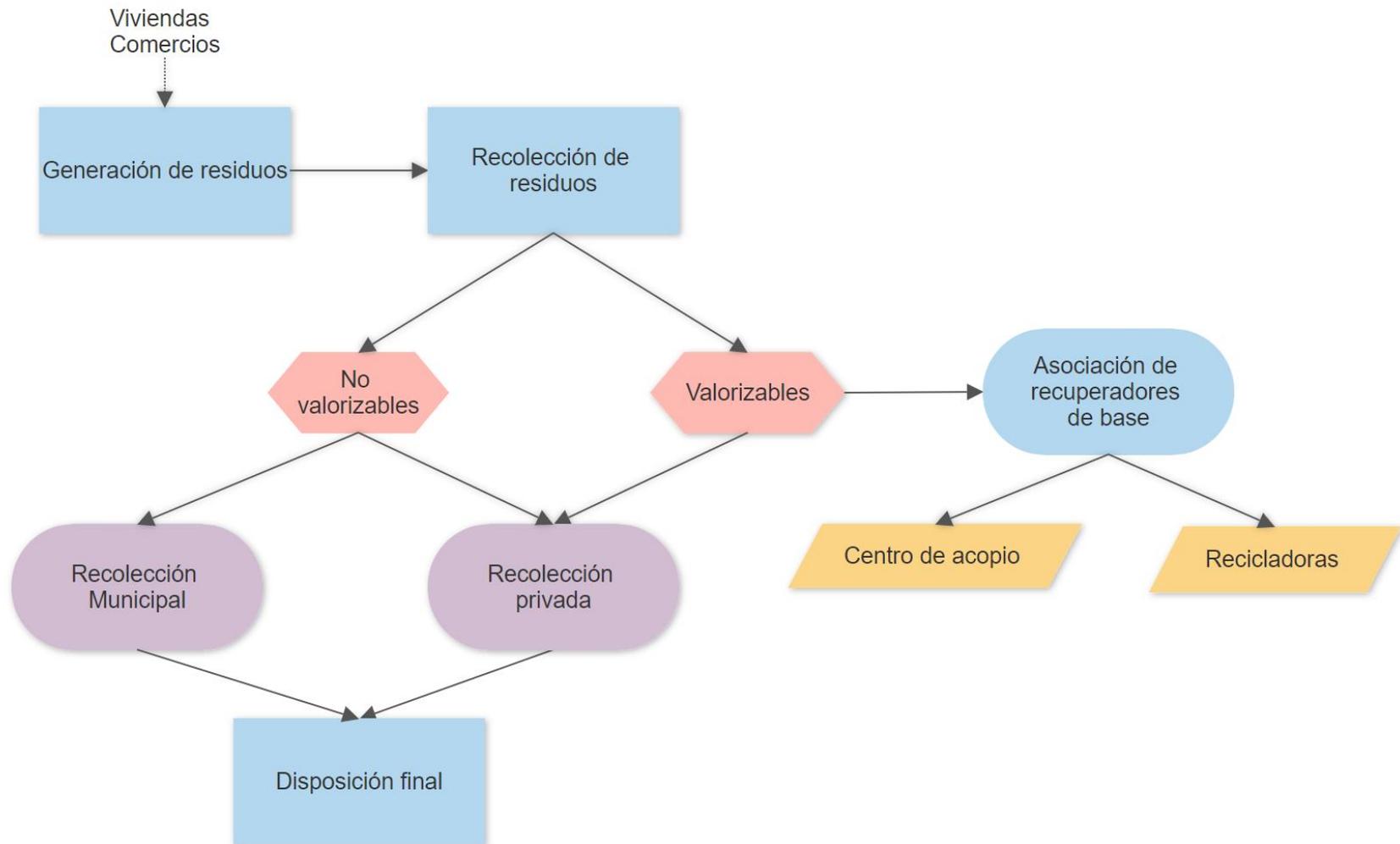
En algunos otros proyectos se han dotado a los recicladores de su propio medio de transporte con las adaptaciones necesarias para la recolección de residuos. En este caso, tanto la municipalidad como ACEPESA podrían favorecer la donación de bicicletas con canasta, o la canasta para aquellos que ya cuenten con bicicleta propia. De esta forma la recolección casa por casa podría brindarse de forma más efectiva. En lo correspondiente al equipo de protección personal, como guantes, fajas lumbares, mangas de protección contra el sol, lentes de seguridad, capas, cascos, chaleco reflectivo y luces para las bicicletas, ACEPESA como parte del programa “Hacia un reciclaje inclusivo” poseen presupuesto para este rubro.



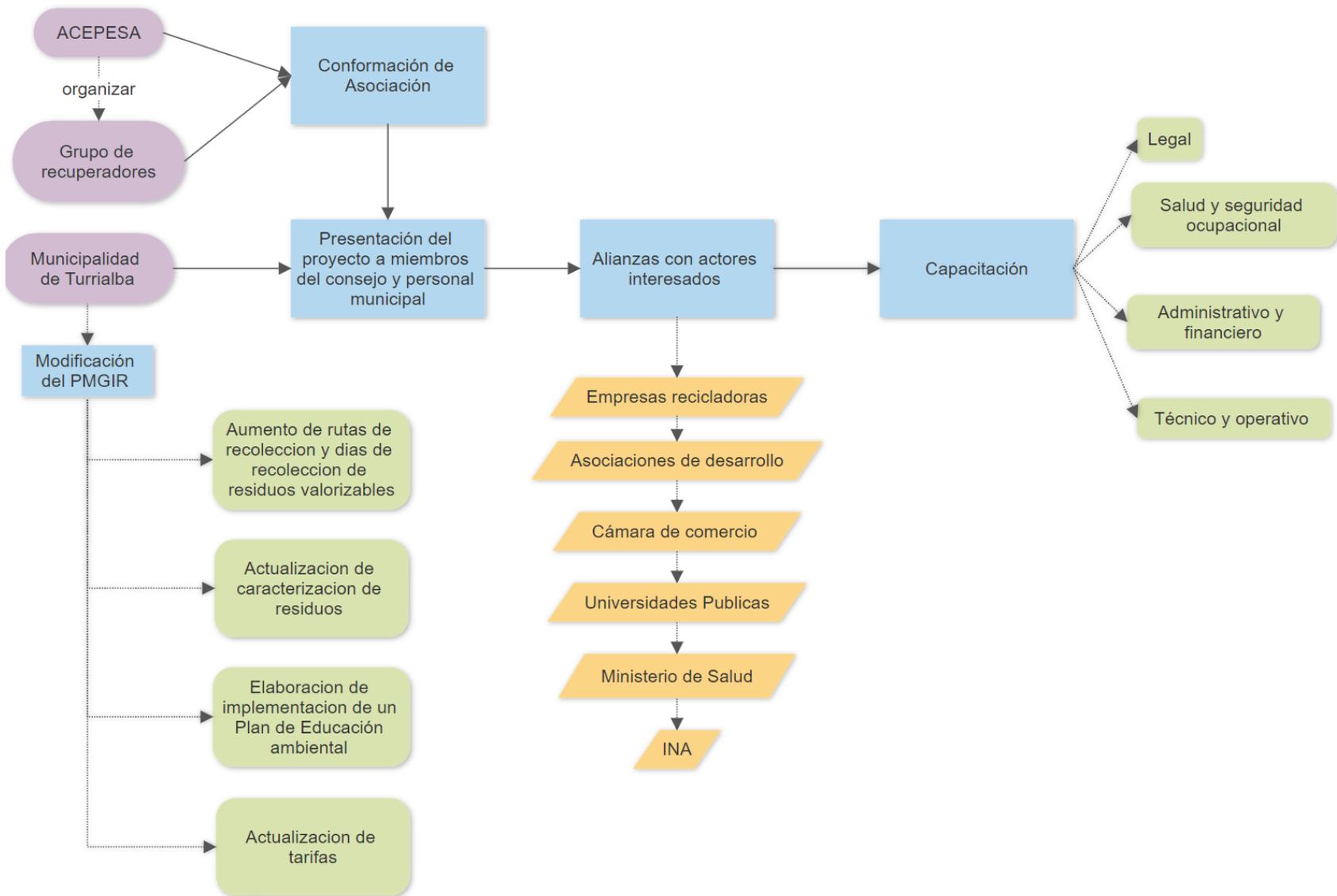
**Figura 17. Modelo de bicicleta propuesto para la recuperación casa por casa.**

Fuente: ALIARSE y ACEPESA, 2013

Es importante que al realizar las modificaciones al Sistema de Gestión también se actualicen las tarifas, ya que esto permitiría la adquisición de más equipo que podría estar destinado a aumentar el porcentaje de recuperación de residuos casa por casa. En la Figura 18 y 19 se presenta un diagrama resumen de la propuesta planteada.



**Figura 18. Cadena de valor según el escenario propuesto**



**Figura 19. Diagrama de la propuesta para la inclusión de los recuperadores de base dentro del mercado del reciclaje**

#### **4.3.4 Sistema de manejo sugerido para el Centro de Recuperación**

En el documento “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” se plantea un sistema de manejo de los residuos para un Centro de Recuperación que puede ser replicado en el cantón de Turrialba, modificando algunos aspectos para este caso en particular. A continuación, se hace una descripción de los principales componentes recomendados y que podrían conformar el sistema de manejo para el centro de recuperación administrado por los recuperadores en el cantón de Turrialba.

##### **4.3.4.1 *Recolección de los RS:***

Respecto de la recolección de los residuos es importante mencionar que la Asociación contará con el apoyo Municipal, ya que ésta seguirá siendo la encargada de brindar el servicio de recolección casa por casa. Sin embargo, los recuperadores podrán, mediante las bicicletas con canasta mostradas en la Figura 17, realizar la recolección puntual en comercios o viviendas que así lo necesiten.

##### **4.3.4.2 *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.).

En esta línea la Municipalidad en alianza con otras instituciones públicas y privadas brindarán el apoyo para la promoción y divulgación del proyecto en el cantón. Estas se encargarán 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 se podrían a su vez 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).

#### **4.3.4.3 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

Con esta sencilla separación se lograría aprovechar de mejor manera el papel y cartón que de otra forma pueden contaminarse con desechos líquidos o alimentos sólidos, y perder así su potencial de aprovechamiento. Es en la fuente 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.).

#### **4.3.4.4 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. Si bien es cierto, la teoría dice que deberían ser clasificados y procesados conforme lleguen al local, para procurar que el material sucio no se acumule por largos periodos de tiempo, en la práctica en los momentos de mayor ingreso de residuos se vuelve inevitable dicha acumulación.

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

La separación de los materiales se realizará en el área de trabajo donde 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 con 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, fólder manila, cartón y cartulina.
- Vidrio: Vidrio de envases y vidrio plano, separado por colores, cristalino, ámbar y otros.
- Aluminio: Latas de aluminio.

#### **4.3.4.6 Acondicionamiento de los materiales**

El acondicionamiento de los materiales, tales como el lavado, triturado o compactación, depende de las exigencias o necesidades de los compradores, sin embargo, se debe considerar si el proceso es justificable en relación con el costo beneficio. En el cuadro 8 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 observación de las regulaciones y normativas tanto de seguridad como salud ocupacional.

Respecto del diseño de los módulos, estos deberán estar distribuidos de manera tal que aseguren la facilidad de las áreas de trabajo, el tránsito fluido, la segregación de sectores para el apropiado almacenamiento y seguridad.

#### ***4.3.4.7 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 8. Requisitos de calidad y presentación del producto de acuerdo a las condiciones de las diferentes compañías recicladoras**

Compañía	Producto	Requisito de calidad	Presentación del producto	Servicio de recolección	Precio (\$/Kg)	Forma de pago
*Florida Bebidas S.A	PET transparente	Libres de materiales extraños. No se reciben envases mayores de 4 L a menos que hayan sido cortados.	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				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 sacos 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. Volúmenes reducidos a 10 días
	PEBD molido					A 15 días la materia prima, por cheque o transferencia bancaria.
	PP molido					
*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	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.
	Vidrio color					
	Vidrio azul					

## Continuación de Cuadro 8

Compañía	Producto	Requisito de calidad	Presentación del producto	Servicio de recolección	Precio (\$/Kg)	Forma de pago
*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: (Granados, 2014)

En el Anexo 8.4, se 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.

#### **4.3.4.8 Disposición final**

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.

#### 4.3.5 Viabilidad económica de la estrategia

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. Los datos utilizados fueron algunos de los sugeridos por la plantilla según experiencias a nivel nacional y otros obtenidos mediante la revisión bibliográfica de proyectos similares. Por lo que esta herramienta se implementó con el objetivo de facilitar la toma de decisiones sobre la implementación del proyecto y debe ser utilizada como una estimación del proyecto. Otro factor para considerar es que, si bien, esta herramienta fue diseñada en el año 2011 y algunos de sus datos pueden estar desfasados, para subsanar esta situación se ajustaron con los valores de la inflación desde el 2012 hasta el 2021 y considerando el tipo de cambio del dólar actual, de 636. En el Cuadro 9 se desglosan los valores utilizados de inflación en cada año, desde el 2012 hasta el 2021.

**Cuadro 9. Inflación de los años entre el 2012 al 2021.**

Años	Inflación
2012	4,55*
2013	3,68**
2014	5,13***
2015	0,8
2016	-0,02
2017	1,63
2018	2,22
2019	2,1
2020	0,72
2021	1,34

Fuente: ( Statista Research Department, 2021) (Soto, 2013)\*(Soto, 2014)\*\*(AFP,2015)\*\*\*

#### 4.3.6 Datos básicos del Centro de recuperación de residuos valorizables.

La generación per cápita en el cantón de Turrialba., según las estimaciones municipales es de 0,75 kg/hab/día, sin embargo, considerando que este proyecto solamente pretende el aprovechamiento del papel y cartón, plástico, metales y vidrio se

calculó una nueva producción per cápita que solamente contemple la generación de estos residuos, dando un resultado de 0,16 kg/hab/día, ver Anexo 8.7

Tanto para el crecimiento poblacional anual como para el crecimiento de la generación de residuos anual se utilizaron los valores por defecto que proporciona el programa 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 en el programa de Excel, para mayor detalle consultar el anexo 8.8

Se planteó un escenario que contemple una recuperación del 15% de los materiales valorizables, ya que es la meta de recuperación para el 2021 (Ministerio de Salud 2016), una población de 43 092 habitantes con un número aproximado de habitantes de 3,5, una producción per cápita del 0,16 kg/hab/día. En el Cuadro 10 se desglosa dicha información.

**Cuadro 10. Datos básicos de la comunidad de Turrialba.**

Descripción	Cantidad	Unidad
Población cantonal (o del sector que se quiere atender con el proyecto de valorización) *	43 092	habitantes
Crecimiento poblacional anual	2,0%	%/año
Nº de habitantes / vivienda (promedio estimado) *	3,50	habitantes
Producción de residuos per cápita *	0,16	kg/persona/día
Crecimiento de la generación de residuos (anual)	1,5%	%/año
Meta de reciclaje (del cantón o del sector de proyecto) *	15%	%
Residuos recuperados por día (promedio durante primer año)	1,0	ton/día
Residuos recuperados por mes (promedio durante primer año)	31	ton/mes
Residuos recuperados por año (durante primer año)	377	ton/año
Residuos recuperados en 20 años (proyección con tasa de crecimiento)	11 464	ton acumulados

\* Valores introducidos por el usuario

### 4.3.7 Estimación de costos de inversión

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

#### 4.3.7.1 Ingeniería, estudios y permisos

Se consideró que ACEPESA asumiera los costos de la conformación de la asociación, por lo que se consideraron solamente los costos asociados al plan de manejo de residuos sólidos, los permisos de funcionamiento del Ministerio de Salud y el pago de la inscripción como gestor autorizado. Ver cuadro 11.

**Cuadro 11. Costo asociados a los permisos y estudios**

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario (\$)	Inversión total (\$)
Ingeniería y visado de Planos para la Construcción (Ley N° 7600)	global	0	7 312,01	0
Plan de manejo de residuos sólidos y líquidos no recuperables	global	1	3 133,72	3 134
Permiso sanitario de funcionamiento del Minsalud (tramitación inicial)	global	1	1 044,57	1 045
Otros eventuales estudios y permisos	global	1	100,00	100
<b>SUBTOTAL</b>				<b>4 278</b>

#### 4.3.7.2 Instalaciones para el centro

En lo referente a la instalación del centro y al costo de la infraestructura, dado que como parte de este proyecto se prevé la utilización del actual centro de recuperación que la municipalidad tienen instalado dentro del plantel Municipal no será necesario considerar estos costos de inversión.

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

Para que se lleve a cabo el proceso productivo en el 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 salud y seguridad ocupacional. En el Cuadro 12 se detalla el equipo y accesorios necesarios, con sus respectivos costos y características el cual asciende a \$ 41 764.

**Cuadro 12. Inversión de equipamiento y accesorios para el Centro de recuperación de residuos en dólares.**

Equipamiento y accesorios	Unidad	Cantidad	Valor unitario (\$)	Inversión total (\$)
Mesas de clasificación, canastos y estantes de almacenamiento	global	2	5 222,86	10 446
Pesa(s) para residuos clasificados	Nº	2	2 089,15	4 178
Equipo de compactación para papel y cartón	Nº	1	10 445,73	10 446
Equipo de trituración de vidrio (opcional)	Nº	1	6 267,44	6 267
Grúa horquilla (opcional)	Nº	1	2 089,15	2 089
Equipamiento oficina (muebles, PCs, impresora, etc.)	global	1	5 222,86	5 223
Extintores (de acuerdo a la carga de fuego; distancia máxima 23 metros)	Nº	4	83,57	334
Botiquín de primeros auxilios	Nº	1	52,23	52
Herramientas y equipos (hidrolavadora, tecla, herramientas de empaque y embalaje)	global	1	2 089,15	2 089
Contenedores (p.ej. para campañas de reciclaje o acopiar residuos reciclables como vidrio)	Nº		0,00	0
Otros	global	15	42,62	639
<b>SUBTOTAL</b>				<b>41 764</b>

\* Valores introducidos por el usuario (Cotizaciones en Anexo 8.5)

#### 4.3.7.4 Camiones y vehículos

Para la recuperación de los residuos se utilizará como transporte principal el camión de plataforma de la municipalidad y también se asignó presupuesto para la compra de 5 bicicletas y sus respectivas modificaciones, canasta (Cuadro 13)

**Cuadro 13. Inversión en vehículos para la recolección**

Camiones y vehículos (ítem eventual)	Unidad	Cantidad	Valor unitario (\$)	Inversión total (\$)
Camión de reciclaje	Nº	0	0,00	0
Camión de reciclaje, otro tipo	Nº	0	0,00	0
Vehículos livianos	Nº	5	810	4 049
<b>SUBTOTAL</b>				<b>4 049</b>

El costo de camión para la recolección y otro tipo de camiones es de \$0 ya que se utilizará el que posee la municipalidad, sobre el rubro “vehículos livianos” se consideró el valor de una bicicleta, ver anexo 8.5, así como un valor estimado para las modificaciones. Los costos totales de inversión del proyecto son el resultado del subtotal 1 y 2 y corresponde a \$ 50 091.

#### 4.3.8 Estimación de costos de operación

##### 4.3.8.1 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 se de empleo a la mayor cantidad de recuperadores posible, se estableció que un número de 15 operarios es suficiente para dar tratamiento al volumen de material considerando la jornada laboral flexible. Sin embargo, considerando las limitaciones de los recuperadores en el área administrativa y financiera para el manejo de los recursos económicos la Asociación podrá contratar a una persona que trabaje un cuarto de jornada por semana.

Según lo establecido por el Ministerio de Trabajo en la Lista de Salarios Mínimos para el año 2021 (MTSS, 2021), el salario mínimo para un recuperador sería de 402 dólares y a esto se le suman 47 dólares correspondientes a la contribución de trabajador independiente para el seguro de la Caja Costarricense de Seguro Social. Como se mencionó anteriormente se pretende dar empleo con este proyecto al menos a 15 recuperadores. En el Cuadro 14 se detalla el costo anual por concepto de gastos en personal en dólares.

**Cuadro 14. Costo de salarios a obreros en dólares**

Gastos en personal	Hombres / turno	Turnos/ día	Total hombres / día	Sueldo bruto / mes	Costo total / mes	Costo total / año
Gerente	1	0,25	0,25	1 604	401	4 811
Recuperador/trabajador (Nº depende de cantidad de residuos valorizables)	15	1	15	449	6 735	80 820
<b>SUBTOTAL 1</b>						<b>85 631</b>

\* Valores introducidos por el usuario

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, fólter manila, cartón, cartulina, etc.
  - Vidrio: Vidrio de envases separado por colores (cristalino, ámbar y otros).
  - Aluminio: Latas de aluminio y conservas.

#### 4.3.8.2 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 plantilla estima \$104 mensuales para efectos de servicios básicos, por lo tanto, estos ascienden a \$1 253 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. Además, se consideró un monto de \$50 mensuales para la capacitación de los recuperadores. Si bien la idea es que reciban capacitación a través de entidades públicas, este rubro permitirá sufragar gastos de viáticos o de algún curso o taller que contribuya a la mejora continua del proyecto. En el Cuadro 15 se muestra el valor mensual de este egreso

**Cuadro 15. Costo por mantenimiento de maquinaria y pago de servicios en dólares por año.**

Servicios y mantenimiento	Unidad	Cantidad	Valor unitario (\$)	Costo total / mes (\$)	Costo total / año (\$)
<b>Servicios básicos</b> (agua, agua de lavado, energía, correo, telecomunicaciones, internet)	Nº/mes	1	104	104	1 253
<b>Servicios de gestión y apoyo</b>					
<b>Capacitación y protocolo</b>	global/mes	15	50	375	9 000
<b>Mantenimiento y reparación</b>					
Mantenimiento de maquinaria, camiones y vehículos	% del valor/año	10%	4 049	34	405
Mantenimiento de edificios e infraestructura (plantel, sin valor del terreno)	% del valor/año	5%	0	0	0
Mantenimiento de equipamiento y accesorios	% del valor/año	15%	41 764	522	6 265
<b>SUBTOTAL</b>					<b>12 423</b>

Esta sección incorpora rubros como vigilancia y servicios comerciales. Sin embargo, al estar el centro dentro del plantel Municipal no requiere de la contratación

de vigilancia puesto que puede utilizar el sistema de vigilancia municipal. En el caso de los servicios comerciales la difusión, publicidad y propaganda será gestionada a través de los diferentes interesados del proyecto.

#### **4.3.8.3 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 16 se detallan los costos asociados a cada material y suministro

**Cuadro 16. 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	104	104	1 253
Otros útiles, materiales y suministros	global/mes	1	209	209	2 507
<b>SUBTOTAL 3</b>					<b>3 760</b>

Por lo que el costo de operación sumando los subtotales 1, 2, 3 es de \$101 815 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 \$ 134 137 de costo total de operación.

#### **4.3.9 Flujo de inversiones y gastos de operación**

Respecto de los costos operacionales se destinó un 10% para imprevistos, un 10% para gastos administrativos, otro 10% para las utilidades para el desarrollo del servicio (por ejemplo, la generación de utilidades y eventuales mejoras) y por último un

cargo por el costo de operación ya que al ser un proyecto de administración privada deberá pagar impuestos de venta.

Para la determinación del flujo de inversión, en el Cuadro 17 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 17. Flujo de inversiones y gastos de operación del proyecto de recuperación de residuos valorizables**

Años		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Población, Nº</b>		43 092	43 954	44 833	45 730	46 644	47 577	48 529	49 499	50 489	51 499	52 529
<b>Producción de residuos per cápita, kg/persona/día</b>		0,16	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18	0,19
<b>Cantidad de residuos generados, ton/año</b>		2 517	2 605	2 697	2 793	2 891	2 993	3 099	3 208	3 322	3 439	3 560
<b>Cantidad de residuos recuperados, ton/año</b>		377	391	405	419	434	449	465	481	498	516	534

<b>COSTOS DE INVERSIÓN (ver tabla 2)</b>		<b>millones de \$</b>										
1	INGENIERIA, ESTUDIOS Y PERMISOS	-0,0043	-0,0043									
2	INFRAESTRUCTURA DEL CENTRO	0,0000	0,0000									
3	EQUIPAMIENTO Y ACCESORIOS	-0,0418	-0,0418					-0,0418				
4	CAMIONES Y VEHICULOS (ítem eventual)	-0,0040	-0,0040							-0,0040		
<b>Subtotal</b>		<b>-0,0501</b>	<b>-0,0043</b>	<b>-0,0458</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>	<b>-0,0418</b>	<b>0,0000</b>	<b>-0,0040</b>	<b>0,0000</b>

<b>GASTOS DE OPERACIÓN / AÑO (ver tabla 3)</b>	<b>-0,1341</b>	<b>0,0000</b>	<b>-0,1341</b>									
------------------------------------------------	----------------	---------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

<b>TOTAL EGRESOS / AÑO</b>		<b>-0,0043</b>	<b>-0,1799</b>	<b>-0,1341</b>	<b>-0,1341</b>	<b>-0,1341</b>	<b>-0,1341</b>	<b>-0,1759</b>	<b>-0,1341</b>	<b>-0,1382</b>	<b>-0,1341</b>	<b>-0,1341</b>
----------------------------	--	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

<b>INGRESO ANUAL REQUERIDO</b>		<b>0,0000</b>	<b>0,1140</b>	<b>0,1180</b>	<b>0,1222</b>	<b>0,1265</b>	<b>0,1310</b>	<b>0,1356</b>	<b>0,1404</b>	<b>0,1453</b>	<b>0,1505</b>	<b>0,1558</b>
--------------------------------	--	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

<b>FLUJO ANUAL</b>	<b>0,0000</b>	<b>-0,0043</b>	<b>-0,0659</b>	<b>-0,0161</b>	<b>-0,0119</b>	<b>-0,0076</b>	<b>-0,0032</b>	<b>-0,0403</b>	<b>0,0063</b>	<b>0,0072</b>	<b>0,0163</b>	<b>0,0216</b>
--------------------	---------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	---------------	---------------	---------------	---------------

Años	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Población, Nº</b>	53 579	54 651	55 744	56 859	57 996	59 156	60 339	61 546	62 777	64 032
<b>Producción de residuos per cápita, kg/persona/día</b>	0,19	0,19	0,19	0,20	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21	0,22
<b>Cantidad de residuos generados, ton/año</b>	3 686	3 816	3 951	4 090	4 235	4 384	4 539	4 699	4 865	5 037
<b>Cantidad de residuos recuperados, ton/año</b>	553	572	593	614	635	658	681	705	730	755

<b>COSTOS DE INVERSIÓN (ver tabla 2)</b>	<b>millones de \$</b>										
1 INGENIERIA, ESTUDIOS Y PERMISOS	-0,0043										0,0000
2 INFRAESTRUCTURA DEL CENTRO	0,0000										0,0000
3 EQUIPAMIENTO Y ACCESORIOS	-0,0418	-0,0418					-0,0418				0,0000
4 CAMIONES Y VEHICULOS (ítem eventual)	-0,0040						-0,0040				0,0012
<b>Subtotal</b>	<b>-0,0501</b>	<b>-0,0418</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>	<b>-0,0040</b>	<b>-0,0418</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0012</b>

<b>GASTOS DE OPERACIÓN / AÑO (ver tabla 3)</b>	<b>-0,1341</b>										
------------------------------------------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

<b>TOTAL EGRESOS / AÑO</b>		<b>-0,1759</b>	<b>-0,1341</b>	<b>-0,1341</b>	<b>-0,1341</b>	<b>-0,1382</b>	<b>-0,1759</b>	<b>-0,1341</b>	<b>-0,1341</b>	<b>-0,1341</b>	<b>-0,1329</b>
----------------------------	--	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

<b>INGRESO ANUAL REQUERIDO</b>		<b>0,1613</b>	<b>0,1670</b>	<b>0,1729</b>	<b>0,1790</b>	<b>0,1853</b>	<b>0,1918</b>	<b>0,1986</b>	<b>0,2056</b>	<b>0,2129</b>	<b>0,2204</b>
--------------------------------	--	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

<b>FLUJO ANUAL</b>	<b>0,0000</b>	<b>-0,0146</b>	<b>0,0328</b>	<b>0,0387</b>	<b>0,0448</b>	<b>0,0471</b>	<b>0,0159</b>	<b>0,0645</b>	<b>0,0715</b>	<b>0,0787</b>	<b>0,0875</b>
--------------------	---------------	----------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

**SUPUESTOS:**

Residuos recuperados del área de proyecto	15%	%
Tipo de cambio	0,0016	¢/\$
TIR esperada	10%	%/año

**RESULTADOS:**

<b>VAN de los costos totales</b>	<b>-1 237 885</b>	<b>\$</b>
Cantidad de residuos recuperados equivalente actual	4 243	ton
Población cantonal equivalente actual	428 068	habitantes
<b>VAC total por tonelada de residuos recuperados</b>	<b>-292</b>	<b>\$/ton</b>

**Figura 20. Supuestos y resultados del proyecto.**

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 ¢636.

Se obtuvo un VAN de los costos totales de \$ -1 237 885. Considerando el VAN obtenido no es conveniente ejecutar el Proyecto a menos que el VAC total por tonelada de residuos recuperados sea de -292 \$/ Ton. Por lo tanto, para lograr el autofinanciamiento del proyecto al recuperar el 35% de los residuos valorizables, correspondientes a vidrio, aluminio, plástico papel y cartón, deberá de vender los residuos recuperados en promedio a un total de **\$ 292 por tonelada** (Figura 20).

Considerando el precio real de mercado de cada una de las categorías de residuos, es viable implementar este proyecto bajo estas condiciones. Tomando en cuenta la información del cuadro 18, el valor promedio de los residuos valorizables contemplados en el proyecto es de **\$ 174, 90 por tonelada**.

**Cuadro 18. Precio de los residuos sólidos valorizados en el 2011 traídos a valor presente.**

Tipo de material	Cantidad (ton)	15% de recuperación	Precio medio (\$/ ton)*	Total (\$)	Total con un 15% de aprovechamiento (\$)
Papel y cartón	3,30	0,49	116,73	384,95	57,74
Plástico	3,03	0,45	234,60	711,11	106,67
Metales	0,37	0,06	277,61	103,40	15,51
Vidrio	0,23	0,03	54,74	12,48	1,87
<b>Total</b>	<b>6,93</b>	<b>1,04</b>		<b>1211,94</b>	<b>181,79</b>

Fuente: (Peña, 2011)\*

Algunos escenarios posibles para la aplicación de este proyecto son:

1. Reducir el número de recuperadores involucrados, a un total de 7, manteniendo el porcentaje de recuperación en 15%
2. Mantener el número de recuperadores involucrados en 15 y aumentar el porcentaje de recuperación a 25%
3. Aumentar la tasa de recolección de residuos municipal \$10,12 anuales por vivienda

Otras alternativas pueden mejorar las oportunidades de éxito del proyecto, como incrementar el número de rutas de recolección o ampliar el tipo de residuo recuperado. Con estos resultados se puede observar que, aunque el proyecto no cuente con la viabilidad deseada hay muchas rutas que se pueden tomar para lograr el éxito del mismo. Es una iniciativa que debe ser tomada en consideración ya que aporta muchos beneficios a la comunidad y serviría de base para impulsar otras iniciativas a nivel país.

Es importante considerar que si bien se presenta una evaluación de la viabilidad económica de la propuesta ésta está enfocada en presentar datos numéricos que demuestren su sustentabilidad, de forma que las autoridades municipales tengan información cuantitativa para la puesta en marcha de la misma. Si bien es cierto, la propuesta plantea la conformación de una asociación privada que administre el centro

de acopio municipal a través de una alianza público privada, este proyecto no busca lucrar al incrementar la remuneración de un grupo establecido de recuperadores, por el contrario, su objetivo es dar empleo al mayor número de recuperadores y dotarlos de salario mínimo y seguro social dignificando su labor.

## 5 CONCLUSIONES

La situación de los recuperadores de base está determinada por sus condiciones socioeconómicas y el ambiente en el que realizan la actividad. Las personas que ejecutan la actividad dentro del vertedero municipal están en condición de vulnerabilidad, principalmente por la exposición constante a agentes químicos, físicos, mecánicos biológicos y ambientales. Así mismo, esta es una actividad de subsistencia que no permite tener acceso al salario mínimo ni a seguro social. Uniendo ambos escenarios es evidente los riesgos presentes en el sitio de disposición final. Los recuperadores suelen ser el sostén económico de sus familias por lo que viven en condición de pobreza extrema, lo que comúnmente lleva al involucramiento de más miembros del núcleo familiar a la actividad de recuperación. Esta situación se agrava por la baja escolaridad que les dificulta tener acceso a un trabajo digno lejos de las condiciones de insalubridad presentes en un sitio de disposición final. Uno de los aspectos más importantes es que la gran mayoría de los recuperadores de base poseen muchos años de experiencia en la recuperación y comercialización de los residuos, por lo que conocen de primera mano el sector en el que se desenvuelven y tienen mucho que aportar a la sociedad para una valorización efectiva y eficiente de los residuos sólidos

En cuanto a la situación actual del Sistema de Gestión Integral de Residuos de la Municipalidad de Turrialba, es destacable los esfuerzos realizados en los últimos años para mejorar la calidad de la gestión de residuos en el cantón, al introducir nuevos programas y proyectos que han brindado a la comunidad una alternativa para gestionar los residuos de una manera responsable. Sin embargo, se detectaron áreas de mejora principalmente en la información sobre la generación y composición de los residuos, las rutas de recolección y la educación ambiental. Sobre estos elementos, la caracterización de los residuos es un insumo indispensable para la planificación estratégica de cualquier proyecto de gestión de residuos. Sin embargo, la municipalidad no cuenta con un estudio confiable y actualizado para tomar estas decisiones. Al menos el 50% de la población cantonal no tiene acceso a la recolección

de residuos ordinarios o a los programas y proyectos que la municipalidad ha desarrollado en los últimos años, debido a aspectos como la falta de personal, presupuesto, gestión de cobro ineficiente, factores políticos y organizacionales, poca planificación y conveniencia. Los programas de educación ambiental también se han visto afectados por la falta de personal, lo que limita el acceso que pueda tener la comunidad a la difusión de los proyectos o información necesaria para garantizar las mejores prácticas de separación en la fuente. Estos elementos deben ser reformulados para avanzar a la incorporación de los recuperadores de base en la gestión de residuos cantonal.

Los recuperadores han estado presentes en el vertedero casi desde su apertura, lo que ha generado en la municipalidad una sensación de responsabilidad, al no haber sido capaz de brindar alternativas de empleo digno en el cantón, por esta razón es que han realizado algunos esfuerzos de involucrarlos en la recuperación formal de los residuos sólidos.

La estrategia propone un modelo mixto donde las instituciones públicas trabajen de la mano con entidades privadas para lograr cierto nivel de organización por parte de los recuperadores de base. Lo cual es fundamental si se quiere consolidar una asociación para la gestión de los residuos del cantón. Del mismo modo, las universidades, las asociaciones de desarrollo, la Cámara de Comercio, el Instituto Nacional de Aprendizaje –INA-, el Ministerio de Salud y las recicladoras deben formar parte del proyecto y estar dispuestas a asumir su rol dentro del mismo para garantizar el acompañamiento necesario para el arranque del proyecto, de forma tal que se brinden las oportunidades de desarrollo y crecimiento a los recuperadores fuera del vertedero municipal. La municipalidad debe estar dispuesta a asumir su rol principal debido a que su apoyo permitirá crear relaciones de confianza y respaldo con otras instituciones públicas y privadas. Uno de los aspectos fundamentales en la propuesta es la adjudicación del Centro de Acopio Municipal, ya que se reducen los egresos y permite incrementar el número de recuperadores involucrados. Además, garantiza que todos los residuos recuperados por la municipalidad sean gestionados por la futura asociación.

Con este escenario en consideración, al realizar el análisis de viabilidad económica, este arrojó que es necesario una recuperación de aproximadamente el 55% de los residuos valorizables por el centro de recuperación. Lo cual significa que para la auto sostenibilidad se requiere un alto volumen de residuos con el propósito de tener suficientes ingresos para su mantenimiento y operación. Sin embargo, existen otras alternativas para lograr el éxito del proyecto que van desde una disminución de diez recuperadores que se verían beneficiados con esta iniciativa hasta el ajuste tarifario.

## 6 RECOMENDACIONES

- Para la recopilación de la información necesaria para la caracterización de los recuperadores de base se recomienda realizar entrevistas, ya que los recuperadores tienen muchas experiencias valiosas que pueden enriquecer y dar sentido a los resultados de las encuestas.
- Si bien por el alcance de este trabajo no se involucraron a los intermediarios en el proceso de valorización, para tener datos con mayor integralidad se podrían realizar visitas y aplicar encuestas, principalmente a aquellos que compran los residuos de los recuperadores de base.
- Para futuras investigaciones es importante considerar como este proyecto afectaría a las recicladoras ya establecidas en el cantón de Turrialba y, de ser posible, la forma en la que podrían involucrarse dentro del sistema de gestión de residuos.
- La Municipalidad de Turrialba debería actualizar el estudio de generación y composición de residuos sólidos, de forma tal que se tomen decisiones basadas en datos recolectados técnicamente, según los estándares y protocolos que dictan las autoridades competentes.
- Si bien se han realizado esfuerzos que involucran al distrito central y aquellos a su alrededor, es importante que estos se extiendan al resto del cantón. De esta forma se lograría una mejoría importante en los indicadores ambientales y a su vez permitiría dar empleo a un mayor número de personas a través de la Asociación de Recuperadores.
- Los futuros estudios de generación y composición de residuos sólidos deberán ser más específicos en cuanto a las categorías por residuos. De forma que su utilicen subcategorías que permitan obtener un porcentaje aún más real de los

residuos que son realmente aprovechables y así lograr una mejor estimación de los ingresos en los proyectos.

- Dicho estudio debería involucrar a la totalidad del cantón, y estimarse el componente comercial por separado.
- Si bien los recuperadores poseen una amplia experiencia en lo que respecta al manejo de los residuos valorizables, por su baja escolaridad y el desconocimiento en los aspectos legales y administrativos, se recomienda contratar a un profesional que brinde asesoría y se encargue de realizar ciertas actividades que garanticen el funcionamiento eficiente del centro de acopio.
- Con el objetivo de demostrar estadísticamente el aporte de los recuperadores turrialbeños a la cadena de valor y a nivel social y ambiental se deberían realizar los estudios correspondientes; de esta forma la sensibilización, en especial a los actores políticos, sería más sencilla y con más probabilidad de éxito.
- La municipalidad podría conformar un comité con los actores interesados, para facilitar la coordinación, no solo en temas de capacitación, sino también en materia de logística y legal y económica.
- Como parte del alcance de este proyecto no se contempla la construcción de un Plan de capacitación, sin embargo, la municipalidad deberá elaborarlo para permitir la evaluación del efecto positivo para el fin perseguido.
- Este documento podrá ser utilizado por la Municipalidad de Turrialba como un suministro para la toma de decisiones sobre la implementación de un proyecto real para la incorporación de los recuperadores de base a la formalidad.

## 7 BIBLIOGRAFÍA.

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>

AFP.,(2015). Costa Rica: inflación cierra 2014 por encima de 2013. Recuperado de: <https://estrategiaynegocios.net/inicio/782440-330/costa-rica-inflaci%C3%B3n-cierra-2014-por-encima-de-2013%20%20Costa%20Rica:%20inflaci%C3%B3n%20cierra%202014%20por%20encima%20de%202013>

ALIANZA, (nd). Alianza para el Aprovechamiento de Residuos Valorizables en Costa Rica. Recuperado de: <https://docplayer.es/7621422-Alianza-para-el-aprovechamiento-de-residuos-valorizables-en-costa-rica.html>

ALIARSE Y ACEPESA,. (2013). Inclusión Económica y Social de los

CicloVargas. (2021). Bicicletas. Recuperado de: <https://www.ciclovictorvargas.com/categories/3/bicicletas>

Cordoba, L., Hidalgo, D., Viquez, D., Rojas, M. (2015). Estudio descriptivo de las condiciones de salud, trabajo y ambiente de los recuperadores de residuos sólidos valorizables en costa rica. Recuperado de: ESTUDIO DESCRIPTIVO DE LAS CONDICIONES DE SALUD TRABAJO\_WEB.pdf (una.ac.cr)

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)

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](http://www.femetrom.go.cr/docs/proyectos/Caracterizacion%20de%20residuos%20Final%20Goicoechea%20-2011.pdf)

EPA. (2014). Wastes - Non-Hazardous Waste. Retrieved from <http://www.epa.gov/epawaste/nonhaz/index.htm>

EPA. (2020). Mejores prácticas para la gestión de residuos sólidos: Una Guía para los responsables de la toma de decisiones en los países en vías de desarrollo. Recuperado de: [https://www.epa.gov/sites/default/files/2021-02/documents/swm\\_guide-spanish-reducedfilesize\\_pubnumber\\_october.pdf](https://www.epa.gov/sites/default/files/2021-02/documents/swm_guide-spanish-reducedfilesize_pubnumber_october.pdf)

Giovannini, M. (2014). "De la Economía Popular a la Economía Social y Solidaria: el Caso de los Recicladores de Base en Santiago de Chile". Recuperado de: [https://base.socioeco.org/docs/1417514040\\_n2605.pdf](https://base.socioeco.org/docs/1417514040_n2605.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)

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](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)

Mata, A.,(2103). Mejoramiento del Ambiente Urbano y Conservación del Ambiente Natural. Recuperado de: [http://www.pnuma.org/educamb/reunion\\_foro\\_internacional/Informe\\_Final-Educacion\\_Ambientalen\\_Costa\\_Rica\\_JICA\(3\).pdf](http://www.pnuma.org/educamb/reunion_foro_internacional/Informe_Final-Educacion_Ambientalen_Costa_Rica_JICA(3).pdf)

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)

Ministerio de Salud. (2016). Estrategia Nacional de Separación, Recuperación y Valorización de Residuos (ENSRVR) 2016-2021 Recuperado de: <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/biblioteca-de-archivos/sobre-el-ministerio/politicas-y-planes-en-salud/estrategias/3026-estrategia-nacional-de-reciclaje-2016-2021/file>

Ministerio de Salud. (2021). Registro de gestores en salud. Recuperado de: <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/tramites-ms/registro-de-gestores-en-salud>

Ministerio de trabajo. (2021). Lista de Salarios minimos por ocupacion. Recuperado de: <https://www.mtss.go.cr/temas-laborales/salarios/lista-salarios.html>

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)

Municipalidad de Turrialba. (2016). PLAN ESTRATÉGICO MUNICIPAL (PEM) 2016-2021. Recuperado de: <http://muniturrialba.go.cr/docs/planificacion/PEM%20Turrialba.pdf>

OECD. (2011). Greening Household Behaviour. The role of public policy. Retrieved from <http://center.sustainability.duke.edu/sites/default/files/documents/publicpolicyforsustainability.pdf>

OIT. (2013). Políticas públicas para la inclusión de los recicladores de base al sistema de gestión de residuos municipales en Chile. Recuperado de: [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/---sro-santiago/documents/genericdocument/wcms\\_205403.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/---sro-santiago/documents/genericdocument/wcms_205403.pdf)

Peña, C., (2011). Guía técnica y operativa para centros de recuperación de residuos sólidos valorizables. Recuperado de: <https://www.binasss.sa.cr/opac-ms/media/digitales/Gu%C3%ADa%20t%C3%A9cnica%20y%20operativa%20para%20centros%20de%20recuperaci%C3%B3n%20de%20residuos%20s%C3%B3lidos%20valorizables.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)

Recicladores de Liberia. Recuperado de: <http://www.pasocierto.com.br/esp/assets/dd14-p7-reciclaje-inclusivo-liberia.pdf>

Sanabria W, (2020). "Mercados Invisibles: El Sector Informal de la Gestión de Residuos Sólidos Valorizables". Recuperado de: [Walter\\_Sanabria\\_Mercados\\_invisibles....pdf](#) (tec.ac.cr)

Scheinberg, A. (2011). Value Added: Modes of Sustainable Recycling in the Modernisation of Waste Management Systems.

Soto, E., (2013). Inflación del 2012 cerró en 4,55%. Recuperado de: <https://www.elfinancierocr.com/finanzas/inflacion-del-2012-cerro-en-455/QSJEEZMJIRBTJFLMRA2X2RNX74/story/>

Soto, E.,(2014). Inflación del 2013 fue la más baja en los últimos 42 años. Recuperado de: <https://www.elfinancierocr.com/finanzas/inflacion-del-2013-fue-la-mas-baja-en-los-ultimos-42-anos/RFUDSDT27BAOTACYJCKLY6IJEY/story/>

Statista Research Department, (2021) .Evolución anual de la tasa de inflación en Costa Rica desde 2015 hasta 2026. Recuperado de: <https://es.statista.com/estadisticas/1190003/tasa-de-inflacion-costa-rica/>

Tapia, C. (2010). Intervenciones basadas en la planificación y gestión territorial, de los riesgos, del agua y del medio ambiente en el cantón de Turrialba, Cartago, costa rica. Recuperado de: <https://biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/Tesis/PREVDA6.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_de_la_Evaluación_Regional_del_Manejo_de_Residuos_Sólidos_Urbanos_en_América_Latina_y_el_Caribe_2010.pdf?sequence=2)

Zamora, L., (2016). Gestión de los residuos sólidos en Costa Rica. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/324121698\\_Gestion\\_de\\_los\\_residuos\\_solidos\\_en\\_Costa\\_Rica](https://www.researchgate.net/publication/324121698_Gestion_de_los_residuos_solidos_en_Costa_Rica)

## 8 ANEXOS

### 8.1 ANEXO 1. ACTA (CHARTER) DEL PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN (PFG)



#### ACTA (CHARTER) DEL PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN (PFG)

**Nombre y apellidos:** Silvia Granados Álvarez  
**Lugar de residencia:** Folsom, California, Estados Unidos  
**Institución:** -  
**Cargo / puesto:** -

Información principal y autorización del PFG	
<b>Fecha:</b> 15 de Julio	<b>Nombre del proyecto:</b> Propuesta de modelo de gestión de residuos sólidos valorizables como medio para incorporar a los recicladores de base en el cantón de Turrialba.
<b>Fecha de inicio del proyecto:</b> 10 de agosto	<b>Fecha tentativa de finalización:</b> 10 de noviembre
<b>Tipo de PFG:</b> Tesina	
<b>Objetivos del proyecto:</b> <b>Objetivo General</b> Proponer un modelo de gestión para los residuos sólidos valorizables que incorpore a los recuperadores de base en el cantón de Turrialba.  <b>Objetivos específicos</b> 1. Evaluar la situación del Sistema de Gestión Integral de Residuos en el cantón de Turrialba, según lo establecido en el Plan de Gestión Integral de Residuos de la Municipalidad.	



**UCI**  
Universidad para la  
Cooperación Internacional



2. Analizar la situación de los recuperadores de base, en lo que respecta a condiciones laborales, acopio de residuos y sistema de comercialización.
3. Elaborar una estrategia de comercialización para los residuos valorizables que incorpore a los recuperadores de base

**Descripción del producto:**

El presente trabajo pretende generar una propuesta para el modelo de gestión de residuos sólidos valorizables que incorpore a los recicladores de base en el cantón de Turrialba, el cual podría mejorar la calidad de vida de los recuperadores mediante la formalización de su oficio. Esta propuesta busca establecer las bases para mejorar las condiciones de vida, generar empleo, y mejorar la calidad ambiental del cantón en general.

**Necesidad del proyecto:**

En Costa Rica diariamente se generan alrededor de 3,900 toneladas de residuos sólidos. De los cuales, según diversos estudios de composición un 33% corresponde a residuos valorizables que pueden reincorporarse mediante procesos de aprovechamiento. En este mismo orden de ideas, el Ministerio de Salud, como ente encargado de promulgar la normativa en estos temas, incorporó dentro de la Ley 8839, promulgada en el año 2010, como uno de sus objetivos.

"Fomentar el desarrollo de mercados de subproductos, materiales valorizables y productos reciclados, reciclables y biodegradables, entre otros, bajo los criterios previstos en esta Ley y su Reglamento, en forma tal que se generen nuevas fuentes de empleo y emprendimientos, se aumente la competitividad y se aprovechen los recursos para incrementar el valor agregado a la producción nacional"

+506 2283 6464  
info@uci.ac.cr  
www.uci.ac.cr

Avenida 15, Calle 25  
Barrio Escalante  
Costa Rica

**Conocimiento,  
creatividad  
y conectividad**



Sin embargo, después de una década de promulgada la ley no ha sido posible evidenciar un aumento en el empleo. Contrariamente, los recolectores de base han desaparecido en el proceso y algunas pequeñas asociaciones de recuperadores no ha logrado sobrevivir a los costos de inscripción de las asociaciones.

El caso de Turrialba no ha sido la excepción, aproximadamente 30 recuperadores de base desarrollan su actividad en el vertedero municipal, que por su inminente clausura amenaza con eliminarlos del mapa pese a los años de experiencia y conocimiento profundo de la problemática. Dejando pasar la posibilidad de aprovechar las fortalezas que posee este sector y de brindar una oportunidad de reinserción social y dignificación de su trabajo.

**Justificación de impacto del proyecto:**

En las últimas décadas la situación ambiental a nivel mundial ha venido en declive, gran parte de esta problemática está relacionada con el crecimiento poblacional y el desarrollo económico que trae como consecuencia la generación masiva de residuos, los cuales pueden ser reincorporados a la cadena productiva para su aprovechamiento y transformación.

Los recuperadores de base históricamente se han hecho presentes cuando los gobiernos no han sido capaces de brindar una adecuada gestión a los residuos, dejando abierta la posibilidad de obtener remuneración económica, pero dejando los expuestos a condiciones inhumanas. El plantear una propuesta para el mejoramiento del modelo de gestión integral de residuos que se sigue en el cantón de Turrialba permitiría no solo aprovechar el conocimiento y la expertís que



**UCI**  
Universidad para la  
Cooperación Internacional



<p>tienen estos recuperadores, si no que brindaría una oportunidad de dignificar un trabajo que brinda beneficios ambientales a toda la comunidad.</p>	
<p><b>Restricciones:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tiempo limitado para la ejecución de los entregables planteados</li> <li>2. Limitaciones de acceso a la información por residencia fuera del país</li> </ol>	
<p><b>Entregables:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Primer entregable: avance del PFG con introducción, marco teórico y marco metodológico</li> <li>2. Segundo entregable: documento con la evaluación de la situación del Sistema de Gestión Integral de Residuos en el cantón de Turrialba, según lo establecido en el Plan de Gestión Integral de Residuos de la Municipalidad.</li> <li>3. Tercer entregable: documento escrito sobre la situación de los recuperadores de base, en lo que respecta a condiciones laborales, acopio de residuos y sistema de comercialización.</li> <li>4. Cuarto entregable estrategia de comercialización para los residuos valorizables que incorpore a los recuperadores de base</li> <li>5. Quinto entregable: avance del PGF con los apartados anteriormente enlistados, conclusiones, recomendación y resumen.</li> </ol>	
<p><b>Identificación de grupos de interés:</b></p> <p><b>Cliente(s) directo(s):</b> Municipalidad de Turrialba, recicladores de base</p> <p><b>Cliente(s) indirecto(s):</b> Población y comercio del canto de Turrialba,</p>	
<p><b>Aprobado por (Tutor):</b>Roel Campos Rodríguez</p>	<p><b>Firma:</b></p> <p>ROEL CAMPOS RODRIGUEZ (FIRMA)</p> <p><small>Firmado digitalmente por ROEL CAMPOS RODRIGUEZ (FIRMA) Fecha: 2021.07.13 20:09:21 -06:00'</small></p>

**UCI**Universidad para la  
Cooperación Internacional**ELAP**  
Escuela Latinoamericana de  
Áreas Protegidas**Estudiante:** Silvia Granados Álvarez**Firma:** *Silvia.*+506 2283 6464  
info@uciacr.org  
www.uciacr.orgAvenida 15, Calle 25  
Barrio Escalante  
Costa Rica**Conocimiento,  
creatividad  
y conectividad**



### 8.3 ANEXO 3. CATEGORÍAS Y SUBCATEGORÍAS DE LOS RS EN COSTA RICA

**Cuadro 20. 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	
Plástico	Otros Papeles	Envases, bolsas, elementos elaborados en plástico, recipientes.
	Tereftalato de polietileno (PET)	
	Polietileno de alta densidad (HDPE)	
Vidrio	Polietileno de baja densidad (LDPE)	Envases, vidrio plano de ventana, vidrio quebrado
	Otros Plásticos	
	Envase Blanco	
Metales	Envase Marrón Plano	Aluminio, latas de alimentos, trozos de varillas, alambres, chatarra en general
	Envase Verde	
	Aluminio	
	Ferroso	
	No Ferrosos	

<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)

#### **8.4 ANEXO 4. Requisitos de calidad y presentación del producto según el programa “alianza para el aprovechamiento de los residuos valorizables en costa rica”**

Con la finalidad de dar a conocer las indicaciones y requisitos para la entrega de los residuos valorizables a empresas recolectoras y transformadoras de Costa Rica el Ministerio de Salud, IFAM, Programa CYMA, Empaques Santa Ana, Florida Bebidas, Coca-Cola, Grupo VICAL, Total-PET, el Programa ALIANZA recopiló información de las principales empresas recicladoras con el objetivo de Cartón y cartoncillo. Esta información es importa para que los recuperadores tengan conocimiento básico de los requisitos de calidad y presentación. Por lo que continuación se muestra una recopilación de dicha información.

##### **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.

## **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.

## **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.

## **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.

### **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.

### **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.

## **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

## 8.5 ANEXO 5. COTIZACIONES DE REFERENCIA



**TREK**  
**MARLIN 5**  
COSTA DESDE:  
**C\$15.208**  
PRECIO:  
C\$365.000

C\$365,000.00 I.V.I.

VICTOR VARGAS  
bike center

**Bicicleta Trek Marlin 5 2021...**

Fuente: CicloVargas

## 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.

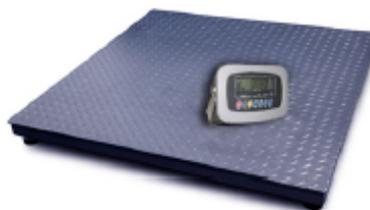
#### Características Indicador:

- 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@racsa.co.cr](mailto:rocony@racsa.co.cr)

2

Fuente: (Granados, 2014)

## Equipo de protección personal



**Proveedora 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	Present.	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



Fuente: (Granados, 2014)

## 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.

Fuente: (Granados, 2014)

## 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)	\$5,875.00
1	1	B3 Baler-e Empacadora Bramidan modelo B3		



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 850
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 remplazar: Se colocan delante.
- Diseño compacto: Con una altura total muy baja.

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**

Fuente: (Granados, 2014)

## 8.6 ANEXO 6. FOTOGRAFÍAS DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO DE LOS RECICLADORES DE BASE



Figura 21. Espacio destinado para la separación de residuos.



**Figura 22. Vectores presentes en el área de disposición final**



**Figura 23. Residuos hospitalarios dispuestos en el vertedero municipal**



**Figura 24. Recicladores de base operando en el vertedero municipal**

## 8.7 ANEXO 7. CÁLCULOS

### 8.7.1 Cálculo de la Muestra

Para el cálculo de la muestra, según información brindada por la Gestora de residuos de la Municipalidad de Turrialba, aproximadamente 30 personas realizan actividades de recolección y comercialización de los residuos valorizables que ingresan al vertedero, por lo que una muestra de 10 recolectores es adecuada para un margen de error de 26% y un nivel de confianza del 95%. Según el resultado de la siguiente ecuación

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

**n** = Tamaño de muestra buscado

**N** = Tamaño de la Población o Universo

**z** = Parámetro estadístico que depende el Nivel de Confianza (NC)

**e** = Error de estimación máximo aceptado

**p** = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito)

**q** = (1 - p) = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado

#### Cuadro 21. Variables usadas para el cálculo del tamaño de la muestra.

Variables	Datos
z	1,96
p	0,50
q	0,50
e	0,26
N	30
n	9,86442071

### 8.7.2 Cálculo de producción per cápita para la estrategia

Para realizar las estimaciones sobre la viabilidad económica de la propuesta es necesario considerar la cantidad de residuos que se podrán valorar. En el caso de la Municipalidad de Turrialba se espera aprovechar el papel, cartón, plástico, el metal y el

vidrio. De la información del Cuadro 21 se extrajo el porcentaje de residuos generados por la comunidad y se multiplico la cantidad de residuos generados diariamente. Para el cálculo del total de residuos generados diariamente se multiplico la producción per cápita por los habitantes totales.

<b>Viviendas</b>	12312
<b>Habitantes por vivienda</b>	3,5
<b>habitantes totales</b>	43092

$$kg/día = habitantes\ totales \times PPC$$

$$kg/día = 43092\ habitantes \times 0,17\ kg/hab/día$$

#### **Cuadro 22. Cantidad de residuos generados diariamente.**

<b>Tipo de residuo</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Cantidad de residuos generados diariamente</b>
Biodegradable <sup>8</sup>	37,51%	12122,86
Papel	6,96%	2249,40
Cartón	3,31%	1069,76
Plásticos	9,44%	3050,91
Polilaminados	0,60%	193,91
Metales	1,16%	374,90
Textiles	1,84%	594,67
Vidrio	0,71%	229,46
Otros	38,47%	12433,12
Total	100%	32319

<b>Viviendas</b>	12312
<b>Habitantes por vivienda</b>	3,5
<b>Habitantes totales</b>	43092

**Cuadro 23. Cantidad de residuos valorizables a valorizar generados diariamente.**

<b>Tipo de residuos</b>	<b>Cantidad de residuos generado diariamente</b>	<b>Porcentaje</b>
Papel	2249,40	32,25
Cartón	1069,76	15,34
Plásticos	3050,91	43,74
Metales	374,90	5,38
Vidrio	229,46	3,29
Total	6974,4402	100

Considerando que diariamente se genera 6974,44kg/día de residuos y una población de 43092 habitantes se procedió a realizar el cálculo de la producción per cápita de los residuos a recuperar

$$PPC = kg/hab/día$$

$$PPC = \frac{6974,44kg/día}{43092 hab}$$

$$PPC = 0,16185 kg/hab/día$$

## **8.8 ANEXO 8. PROGRAMAS Y PANILLAS DIGITALES**

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

- Manual de estimación de costos para la gestión municipal de RS, Centro de Recuperación
- Modelo tarifario Centro de Acopio de Turrialba (ver Excel).