ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

PROYECTO INTEGRADOR

DISEÑO DE UN SISTEMA PARTICIPATIVO DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN UNA COMUNIDAD RURAL DE ESMERALDAS

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE TECNÓLOGO EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL

CHIRIBOGA MOYA ÁNGEL ISRAEL
angel1chiriboga@yahoo.com

CUSTODIO ORTIZ LISSETTE KARINA
lissette.karo21@gmail.com

DIRECTOR:
Prof.: Ing. Hamilton Mosquera
hamiltonm92@hotmail.com

CODIRECTOR:
Prof.: Ing. Luis Jaramillo M.Sc.
liuis.jaramillo@epn.edu.ec

Quito, 6 de diciembre del 2018

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por Lissette Custodio y Ángel Chiriboga, bajo nuestra supervisión.

Ing. Hamilton Mosquera DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN	Ing. Luis Jaramillo M. Sc. CODIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Lissette Custodio y Ángel Chiriboga, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Lissette Karina Custodio Ortiz	Ángel Israel Chiriboga Moya

DEDICATORIA

Dedicó este trabajo principalmente a Dios, por haberme permitido llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre que con sus palabras de apoyo me han sabido guiar para no decaer en cada obstáculo que la vida me ha puesto. A mi hermano quien con su presencia y ocurrencias han sabido alegrar mis días. A mi padre que pese a las situaciones ocurridas aún sigue junto a nosotros dando lo mejor de sí para que podamos salir adelante.

Lissette

DEDICATORIA

A mi abuelo Lic. Gerardo Moya y a mi madre Lic. Lía Moya, por quienes deseo convertirme en un hombre de éxito y de bien. Incluso ahora no puedo expresar en palabras lo agradecido que estoy con ustedes por haberme enseñado tanto, por lo que espero que este trabajo y con mis futuros logros pueda compensar en algo todo lo que han depositado en mí.

Ángel

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser parte de mi vida.

A mi familia por la confianza y el apoyo brindado.

A mis profesores y a mi director de tesis, que han tenido la paciencia y dedicación de guiarme profesionalmente y en el desarrollo del presente trabajo.

A todas las personas que he conocido en el periodo de pasantías, por sus palabras de apoyo y buenos deseos.

Lissette

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme un día más de vida, por ser mi refugio en los momentos de incertidumbre y porque sin él nada de esto sería posible.

A mi madre Lía Moya quien sido un ejemplo de los componentes básicos que cualquier persona de bien debe practicar como son la generosidad, la humildad y el esfuerzo arduo sin esperar nada a cambio. Aspiro a que los logros que se avecinan algún día me puedan acercar a ser como ella.

A mi abuela, mi tía y a mis tíos por formar parte de mi desarrollo hasta esta etapa. Por brindarme ayuda en todo momento, por la paciencia y confianza que han depositado en mí,

A Milton, Hugo, Bryan y Santiago a quienes considero mis hermanos por ser un pilar fundamental en el desarrollo de mi carácter y mi apoyo en los momentos difíciles.

Agradezco al Ing. Hamilton Mosquera quien ha realizado un gran aporte en el desarrollo de este trabajo; ya que en el transcurso de este se ha ganado mi admiración por su dedicación, gran conocimiento y puntualidad.

Ángel

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 1
1.1. Antecedentes 3
1.1.1. Descripción del sitio de estudio 5
1.2. Objetivos 6
1.3. Marco Teórico 7
1.3.1. Problemas asociados a la mala gestión de residuos sólidos 7
1.3.2. Residuos sólidos no peligrosos 9
1.3.3. Propiedades de los residuos sólidos no peligrosos 11
1.3.4. Caracterización de residuos sólidos 12
1.3.4.1. Composición porcentual de los residuos sólidos 15
1.3.5. Producción per cápita 16
1.3.6. Criterios estadísticos 16
1.3.7. Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) 18
1.3.8. Aprovechamiento de residuos sólidos 21
1.3.9. Promotor comunitario ambiental 23
2. METODOLOGÍA 24
2.1. Recopilación de información para la línea base 24
2.1.1. Observaciones, encuestas y entrevistas 25
2.2. Organización de promotores ambientales 27
2.3. Identificación de problemas 29
2.4. Caracterización de residuos sólidos 30
2.4.1. Densidad de los residuos sólidos 32
2.5. Determinación de la producción percápita 33
2.6. Diseño del sistema de GIRS 34
2.7. Elaboración del presupuesto referencial para implementación del sistema de GIRS 35

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES 36
3.1. Levantamiento de la línea base 36
3.1.1. Observaciones 37
3.1.2. Encuestas 38
3.1.3. Entrevistas 41
3.1.4. Estimación de residuos sólidos 42
3.1.5. Identificación de actores 44
3.1.6. Organización de promotores ambientales 46
3.1.7. Identificación de problemas de GIRS 47
3.1.7.1. Problemas de recolección de residuos sólidos 48
3.1.7.2. Problemas de almacenamiento temporal de los residuos 49
3.1.7.3. Problemas de evacuación de residuos 50
3.1.7.4. Problemas de disposición final de los residuos 51
3.2. Análisis y determinación de requerimientos para el sistema de GIRS 51
3.2.1. Determinación y análisis de la producción per cápita 52
3.2.2. Determinación y análisis de la densidad de residuos sólidos 56
3.2.3. Determinación del diseño de recipientes para los residuos sólidos 58
3.3. Desarrollo del sistema de GIRS 60
3.3.1. Generación de residuos sólidos 63
3.3.2. Almacenamiento 64
3.3.3. Trasporte 65
3.3.4. Aprovechamiento 68
3.3.4.1. Compostaje casero 69
3.3.4.2. Comercialización de la viruta de Coco 71
3.3.4.3. Reciclaje participativo 72
3.3.5. Disposición final 73

3.4. Estimación del presupuesto referencial asociado a la implementación del sistema de GIRS 74

3.4.1. Beneficios de implementación del sistema 76

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 78

4.1. Conclusiones 78

4.2. Recomendaciones 79

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 81

6. ANEXOS 83

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. - CÓDIGO DE COLORES ESPECÍFICOS DE LA NORMA INEN 4821. ... 11
TABLA 2.- NIVEL Y COEFICIENTE DE CONFIANZA ... 14
TABLA 3.- ERROR Y COEFICIENTE DE CONFIANZA ... 15
TABLA 4.- COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN ECUADOR. ... 16
TABLA 5.- TIPO DE RESIDUO DE ACUERDO CON SU LUGAR DE GENERACIÓN. ... 19
TABLA 6. - MATRIZ DE PODER VS. INTERÉS PARA IDENTIFICACIÓN DE ACTORES. ... 27
TABLA 7. - NÚMERO DE VIVIENDAS ESTIMADAS EN LA COMUNIDAD DE ¨EL PORVENIR¨. ... 37
TABLA 8. -NÚMERO DE HABITANTES ESTIMADOS DE LA COMUNIDAD DE ¨EL PORVENIR¨. ... 37
TABLA 9. - DETALLE DE LAS ENTREVISTAS REALIZADAS. ... 42
TABLA 10.- MASA DE RESIDUOS SÓLIDOS RECOLECTADOS ... 43
TABLA 11.- PRODUCCIÓN DE VIRUTA DE COCO. ... 43
TABLA 12. - LISTA DE ACTORES CLAVE IDENTIFICADOS. ... 44
TABLA 13. - MATRIZ DE PODER VS. INTERÉS DE ACTORES CLAVE. ... 45
TABLA 14. - PERSONAS INTERESADAS EN SER PROMOTORES AMBIENTALES. ... 46
TABLA 15. -ACTIVIDADES Y TEMAS IMPARTIDOS AL GRUPO DE PROMOTORES AMBIENTALES. ... 47
TABLA 16. PROMEDIO DE LA PRODUCCIÓN PER CÁPITA DE CADA VIVIENDA 52
TABLA 17.- MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL OBTENIDAS POR CADA DÍA DE ESTIMACIÓN. ... 53
TABLA 18.- RELACIÓN DE LAS MEDIAS CON LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA PRODUCCIÓN PER CÁPITA. ... 53
TABLA 19.-DENSIDAD DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS. ... 56
TABLA 20. -OPCIONES DE RECIPIENTES PARA EL ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS. ... 58

TABLA 21.- NÚMERO DE RECIPIENTES REQUERIDOS PARA EL ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS. 59
TABLA 22.- ROLES DE LOS ACTORES CLAVE 62
TABLA 23- ASIGNACIÓN DE COLORES SEGÚN LA NORMA INEN 2841. 64
TABLA 24.- TIEMPO DE VACIADO DE CONTENEDORES 65
TABLA 25.- OPCIONES DE LANCHAS PARA EL TRASPORTE DE RESIDUOS. ... 65
TABLA 26.- COMPARACIÓN DE NÚMERO DE VIAJES CON OPCIONES DE LANCHAS 67
TABLA 27.- REQUERIMIENTOS PARA EL COMPOSTAJE. 70
TABLA 28.- COMERCIALIZACIÓN DE LA VIRUTA DE COCO. 71
TABLA 29. - GANANCIAS POR LA COMERCIALIZACIÓN DEL MATERIAL RECICLABLE. 72
TABLA 30.- ESTIMACIÓN DEL PRESUPUESTO REFERENCIAL ASOCIADO A LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GIRS 75

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.- UBICACIÓN DE LA COMUNIDAD RURAL DE EL PORVENIR. 3
FIGURA 2.- PROBLEMAS OCASIONADOS POR LA MALA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS. 8
FIGURA 3.- TIPOS DE ASIMETRÍA DE LAS MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL. 18
FIGURA 4. -JERARQUIZACIÓN DE MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS 21
FIGURA 5. - COLOCACIÓN DEL CÓDIGO LUEGO DE HABER REALIZADO LA ESTIMACIÓN DE POBLACIÓN Y VIVIENDA. 25
FIGURA 6. - GRUPO DE ASISTENTES EN LA PRIMERA REUNIÓN REALIZADA. 28
FIGURA 7. - DIAGRAMA DE ISHIKAWA PARA REPRESENTACIÓN DE PROBLEMAS DE GIRS. 29
FIGURA 8. - ENTREGA DE FUNDAS PARA LA ESTIMACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS. 30
FIGURA 9. - TRASPORTE DE LAS FUNDAS AL LUGAR DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL. 31
FIGURA 10. - CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LAS FUNDAS TRASPORTADAS. 31
FIGURA 11. - COLOCACIÓN DE LAS FUNDAS DE RESIDUOS EN COSTALES. ... 32
FIGURA 12. - RESULTADOS DE LA PREGUNTA 1 ¿CÓMO ELIMINA SU BASURA EN SU CASA? 39
FIGURA 13. - RESULTADO DE LA PREGUNTA 2 ¿CADA QUÉ TIEMPO ELIMINA LA BASURA DE SU HOGAR? 39
FIGURA 14. -RESULTADOS DE LA PREGUNTA 3 ¿CUÁL DE LAS SIGUIENTES OPCIONES ENTIENDE POR RECICLAJE? 40
FIGURA 15. - LLUVIA DE IDEAS DE PROBLEMAS DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS. 48
FIGURA 16. - IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS DE GIRS EN EL CROQUIS POR EL GRUPO ASPIRANTE A PROMOTORES AMBIENTALES. 50
FIGURA 17.- HISTOGRAMA DE LA PRODUCCIÓN PER CÁPITA DEL DÍA 1. 54

FIGURA 18. HISTOGRAMA DE LA PRODUCCIÓN PER CÁPITA DEL DÍA 2. 54
FIGURA 19.- HISTOGRAMA DE LA PRODUCCIÓN PER CÁPITA DEL DÍA 3. 55
FIGURA 20.- COMPOSICIÓN TÍPICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS. 56
FIGURA 21.- SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PROPUESTO. 61
FIGURA 23.- GALPÓN SIN USO DENTRO DE LA COMUNIDAD DE EL PORVENIR. 68

ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1. - ECUACIÓN PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE NUESTRAS (VIVIENDAS). 13
ECUACIÓN 2.- RELACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PER CÁPITA. 16

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I.- ACTIVIDADES Y NÚMERO DE VIAJES REQUERIDOS PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS PROPUESTOS. 83
ANEXO II.- FORMATO UTILIZADO PARA LA ESTIMACIÓN DE POBLACIÓN Y VIVIENDA. 84
ANEXO III.- FORMATO DE ENCUESTAS REALIZADAS A LAS VIVIENDAS HABITADAS DE EL PORVENIR. 85
ANEXO IV.- FORMATO PARA ENTREVISTAS PARA ACTORES CLAVE. 86
ANEXO V.- FORMATO DE ENTREVISTAS PARA LOCALES COMERCIALES E INSTITUCIONES EDUCATIVAS. 87
ANEXO VI.- MATERIALES Y EQUIPOS REQUERIDOS PARA LA ESTIMACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS 88
ANEXO VII.- FORMATO PARA EL REGISTRO DE LA ESTIMACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS. 89
ANEXO VIII.- CROQUIS DE LA COMUNIDAD DE EL PORVENIR 90
ANEXO IX.- DIAGRAMAS DE ISHIKAWA DE PROBLEMAS DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS. 91
ANEXO X.- RANGOS Y MARACAS DE CLASE OBTENIDOS DE LA PRODUCCIÓN PER CÁPITA DIARIA. 93
ANEXO XI.- SERIE DE FRECUENCIAS PARA LA PRODUCCIÓN PER CAPTA DIARIA. 94
ANEXO XII.- INTERVALO Y CALORES TÍPICOS DE DENSIDAD Y HUMEDAD DE ESPAÑA. 96
ANEXO XIII.- UBICACIÓN DE CONTENEDORES DIFERENCIADOS EN LA COMUNIDAD DE EL PORVENIR 97
ANEXO XIV.- PRODUCCIÓN DE ESTIÉRCOL POR VACA 98

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha evidenciado un acelerado crecimiento demográfico y con ello ha aumentado la demanda de recursos para atender a las necesidades básicas de los habitantes de las distintas regiones del Planeta. En el caso de América Latina, la población se ha incrementado en un 70% desde 1997, por lo que la mayor parte de las ciudades de esta región se ven desprovistas de servicios básicos, principalmente aquellos que están relacionados con el Saneamiento Ambiental. La gestión de residuos en esta región del mundo presenta muchos problemas relacionados con el incremento gradual de la población lo que ha provocado un colapso en el sistema de servicios de Saneamiento, en la mayor parte de los casos, debido a una mala planificación de las autoridades locales (Moreno J., Rivas F. y Lardinois, 1997).

En el caso de Ecuador, se estima que la producción per cápita de residuos sólidos es de 0,74 kg/hab * día y pese a que los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD's) han implementado programas de recolección de desechos con separación en la fuente, más del 50% de la población aún no toma conciencia sobre la problemática y continúa mezclando sus residuos (INEC, 2016).

Según el censo realizado en el año 2010, se registró un total de 14´483.499 personas donde además se determinó que solo un 28% de la población contaba con un servicio de recolección municipal de basura, mientras que el 72% restante eliminaba sus desechos de diversas maneras tales como: quema a cielo abierto, entierro en terrenos baldíos o mediante el vertido en sistemas acuáticos (MAE, 2010).

Ante esta problemática entre los años 2009 y 2013 el Ministerio del Ambiente estableció el Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (MAE-PNGIDS) con el fin de implementar de un plan nacional de gestión integral de residuos sólidos basado en la consolidación de los servicios de aseo, aprovechamiento y disposición final de residuos. Este programa está enfocado a impulsar la gestión de los residuos sólidos en los municipios del Ecuador, disminuir la contaminación ambiental, mejorar la calidad de vida de los ciudadanos e impulsar la conservación de los ecosistemas ecuatorianos (MAE, 2013).

De la misma manera, en enero del 2013 el Ministerio del Ambiente (MAE) y la Asociación de Municipalidades del Ecuador (AME) firmaron el “Pacto por la Gestión de Residuos Sólidos y el Buen Vivir”. Todo esto con el fin de impulsar el cierre de botaderos a cielo abierto y abrir camino hacia la implementación de rellenos sanitarios en la mayor parte de municipios a nivel nacional (MAE, 2013).

Es así como en el año 2014 la AME y el Instituto Nacional de Estadística y Ciencia (INEC) suscriben el convenio para obtener la información administrativa ambiental económica de las diferentes municipalidades, para lo cual se aplicó el Sistema de Información Municipal (SNIM) (INEN, 2016). En el SNIM se incorporan los indicadores económicos de Gestión Ambiental de los 221 municipios del Ecuador, además, ha servido como una herramienta en la planificación de diseño de políticas de gestión y ambiente de estos. Con el SNIM los municipios han logrado aumentar la sostenibilidad del servicio que ofrecen (INEN, 2016). No obstante, pese a los esfuerzos realizados por las distintas autoridades ambientales, la problemática de los residuos sólidos continuó en muchas provincias del país.

En Esmeraldas, por ejemplo, se producen anualmente entre 280 y 350 toneladas de residuos sólidos al año mismos que son dispuestos en un botadero a cielo abierto (Muela, 2016). El problema de generación de residuos sólidos se intensifica aún más en sectores rurales como es el caso del cantón San Lorenzo donde, pese a que se encontraba en el primer grupo de intervención para la construcción de un relleno sanitario, fue uno de los últimos en implementarlo (MAE,2013).

Este cantón posee una población rural correspondiente al 45,24% acorde a los datos establecidos por el INEC (2010). La población rural de este cantón se encuentra ubicada a lo largo de la cuenca hidrográfica del Rio Cayapas y enfrenta diversos problemas como pobreza, falta de educación ambiental, escazas alternativas de aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos. Esta problemática ha ocasionado que se acumulen grandes cantidades de desechos en diferentes lugares no aptos para su aglomeración (UGA, 2014).

¨El Porvenir¨ es una comunidad rural del Cantón San Lorenzo que enfrenta varios problemas socioeconómicos, mismos que se han intensificado por las difíciles condiciones de acceso al lugar. Gran parte de sus habitantes se dedican a la agricultura y a la pesca, por lo que su permanencia en este lugar se debe a las fuentes

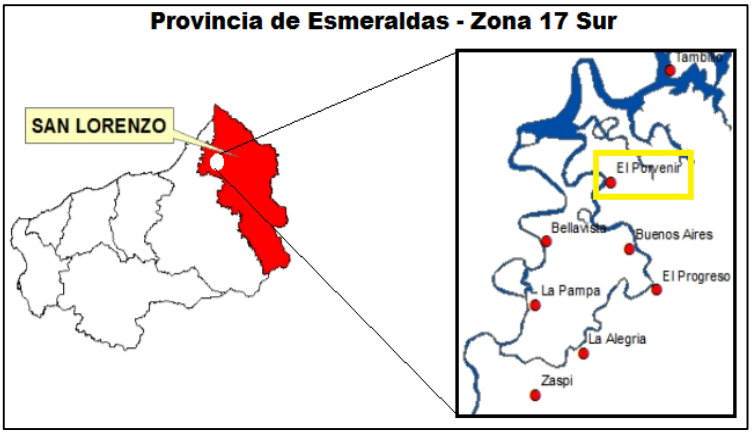
de trabajo existentes, pese a que no cuentan con condiciones aptas que aseguren una buena calidad de vida (Gallardo S., 2017).

Ante ello, el presente trabajo propone un Sistema participativo de Gestión Integral de Residuos Sólidos enfocado en la comunidad ¨El Porvenir¨ del Cantón San Lorenzo de Esmeraldas, el cual contará con un diagnóstico inicial del manejo de residuos sólidos domésticos no peligrosos asimilables a aprovechamiento, evaluación de datos recopilados, caracterización y determinación de la producción per cápita y presupuesto referencial para la implementación del sistema propuesto. El sistema se enfocó en alternativas de aprovechamiento / disposición final que se ajusten a las características de la zona y a las necesidades de los pobladores, para que de esta forma la comunidad participe activamente en la gestión de sus residuos sólidos mejorando sus condiciones de vida.

1.1. Antecedentes

El Cantón San Lorenzo se encuentra ubicado al extremo norte de la provincia de Esmeraldas en la zona 17 sur (**Figura 1**), colindando al norte con el Departamento de Nariño de la República de Colombia, al sur con el Cantón Eloy Alfaro de la misma provincia, al este con la Provincia del Carchi e Imbabura y finalmente al oeste con el Océano Pacifico. En cuanto a la comunidad rural de “El Porvenir” esta se encuentra ubicada en el Cantón San Lorenzo, en las coordenadas UTM correspondientes a X: 731000 e X: 10131000 (UGA, 2014).

FIGURA 1.- UBICACIÓN DE LA COMUNIDAD RURAL DE EL PORVENIR.



FUENTE: UGA del Municipio del Cantón San Lorenzo, 2014
ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

Después de la creación del Programa Nacional para Gestión Integral de Desechos Sólidos (MAE-PNGIDS) el Ministerio del Ambiente y la Asociación de Municipalidades de Ecuador (AME), el 11 de noviembre del 2011 suscriben un Convenio de Cooperación Técnica mismo que conlleva a el inicio de trámites para la elaboración de estudios y posterior construcción de un relleno sanitario técnico en el Cantón San Lorenzo. Con este convenio se reemplazó el vertedero de 13,3 hectáreas que funcionó desde aproximadamente 9 años sin control ni supervisión técnica alguna (UGA, 2014).

Es así que en el año 2014 la Municipalidad de San Lorenzo entregó un documento denominado ¨*Estudio de Factibilidad y Diseño Definitivo del Manejo y Disposición Final de los Desechos sólidos para el Cantón San Lorenzo*¨ al Ministerio de Ambiente en donde se especifica que la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) queda como la entidad encargada del control y regularización de los procesos ambientales y del manejo de residuos sólidos de las poblaciones urbanas y rurales (UGA, 2014).

Dentro del mencionado documento se establece la cobertura del servicio de recolección de residuos sólidos en un 70% para las zonas urbanas del cantón. Mientras tanto las zonas rurales son cubiertas ocasionalmente como es el caso de la comunidad del ¨El Progreso¨ a donde acude una volqueta los miércoles en la tarde para la recolección de los residuos sólidos, lo que corresponde al 30% restante del servicio de recolección que el Municipio del Cantón San Lorenzo ofrece (UGA, 2014).

La comunidad rural de “El Porvenir” presenta problemas como la falta de servicios básicos, así como las dificultades de acceso, pues la única forma de entrar o salir de ella es utilizando botes de poca capacidad para el trasporte de personas, víveres y productos requeridos por los pobladores. Generalmente los botes destinados para el transporte se encuentran en sus cercanías ya que también son utilizados para la pesca y recolección de mariscos.

Por la falta de capacidad de los botes, el transporte de residuos sólidos hacia la comunidad de El Progreso se ha imposibilitado, es así como la población residente ha buscado diversas maneras para disponer sus residuos. Una de las formas de disposición final más común de los residuos sólidos es lanzarlos al río o enterrarlos, lo que ha ocasionado que se generen graves problemas de contaminación ambiental (Gallardo S., 2017).

Dentro de la misma comunidad existe la Asociación de Mujeres Unión y Fuerza, las cuales se han dado a conocer en la ciudad de Quito por mostrar sus dotes culinarios una vez al mes en el evento denominado el Gran Encocado gracias al apoyo de la "Fundación Apoyando Ecuador" (Gallardo S., 2017).

La Fundación se ha caracterizado por brindar apoyo en el desarrollo social y comunitario en las zonas rurales de la provincia de Esmeraldas. En cuanto a su trabajo con la comunidad de "El Porvenir", se encuentra planteada la iniciativa de un proyecto de turismo comunitario, sin embargo, se ha dificultado la proyección de este por a los problemas de manejo de residuos sólidos los cuales contaminan el entorno visual del lugar (Gallardo S., 2017).

1.1.1. Descripción del sitio de estudio

La comunidad de ¨El Porvenir¨ pertenece a la parte rural del Cantón San Lorenzo y se encuentra a 30 minutos de la comunidad de "El Progreso". Estas dos comunidades se encuentran situadas en las orillas del Río Cayapas perteneciente a la Reserva Ecológica "Cayapas – Mataje" el cual protege grandes hectáreas de manglares.

El problema de los residuos sólidos se evidencia desde la comunidad rural de ¨El Progreso¨ río arriba hasta la comunidad rural de ¨El Porvenir¨, pues se puede observar residuos representativos como botellas plásticas y viruta de coco que flotan en todo el trayecto. Estas comunidades no poseen lugares específicos para el almacenamiento temporal de los residuos por lo que estos son dispuestos en sus cercanías.

El transporte se lo realiza en lanchas artesanales que pertenecen a los mismos pobladores de los alrededores. Generalmente estas lanchas alcanzan a transportar aproximadamente de seis a siete personas y se han convertido en el único medio de llegar a la comunidad de ¨El Porvenir¨ pues no existen vías de acceso terrestres. Las lanchas artesanales también son de vital importancia dentro de su economía, pues son el instrumento necesario para la pesca y recolección de mariscos como conchas y cangrejos. Otra actividad económica importante dentro de la comunidad es la pela de coco, el cual es traído de las comunidades cercanas tales como Tambillo, Limones, Borbón y el Progreso.

En cuanto a los servicios básicos dentro de la comunidad se puede decir que carecen de agua potable por lo que tienen que ir a comprarla a otras comunidades en tanques, el servicio de luz eléctrica solamente la reciben 3 viviendas de las cuales se ha improvisado conexiones clandestinas para abastecer a las demás viviendas, no poseen servicio de alcantarillado por lo que todas sus conexiones de aguas residuales van directamente al río y el servicio de línea telefónica e internet no llegan a esta zona.

Desde el ámbito social la comunidad no posee una directiva o presidente que se responsabilice de ella para la toma de decisiones o para velar por sus derechos. Es así como la comunidad también carece de lugares específicos para atender sus necesidades tales como: casa comunal, centro de salud y colegio. Los niños de la zona asisten a una escuela primaria improvisada de 2 aulas en donde solo se dictan clases hasta el séptimo año de educación básica.

La descripción del sitio de estudio fue obtenida por parte de los miembros de la Fundación Apoyando Ecuador (Gallado S., 2017).

1.2. Objetivos

Objetivo general

Diseñar un modelo participativo de Gestión Integral de Residuos Sólidos para la comunidad del "El Porvenir" en el Cantón San Lorenzo, provincia de Esmeraldas.

Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico de los residuos sólidos producidos en la comunidad rural "El Porvenir¨.
- Determinar la producción per cápita de residuos sólidos de la comunidad rural “El Porvenir”.
- Diseñar un modelo participativo de Gestión Integral de Residuos Sólidos para la comunidad rural "El Porvenir".
- Desarrollar un presupuesto referencial asociado a la implementación del sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos propuesto para la comunidad rural "El Porvenir".

1.3. Marco Teórico

El planteamiento del ¨Diseño de un Sistema Participativo de Gestión Integral de Residuos Sólidos en una Comunidad Rural de Esmeraldas¨ se crea para dar cumplimiento a las normativas ecuatorianas vigentes como lo menciona la Constitución de la República del Ecuador, "*los y las ecuatorianas tienen el derecho a desarrollarse en un ambiente favorable de armonía y respeto con la naturaleza, es decir el Sumak Kawsay*" (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Para el cumplimiento de las normativas nacionales existen entidades que se encargan del cumplimiento y control de los procesos ambientales, una de estas entidades son los municipios. En este caso el Municipio del Cantón San Lorenzo es el encargado de fijar mecanismos para lograr la prevención y control de la contaminación ambiental, además de la recuperación de espacios naturales, ya que dentro de sus competencias se encuentra la organización de los asentamientos rurales para la protección del medioambiente y preservación de la biodiversidad (COOTAD, 2010).

Es así, que para el desarrollo del tema propuesto es necesaria la revisión de la normativa nacional vigente para definir los términos utilizados en la elaboración del presente trabajo.

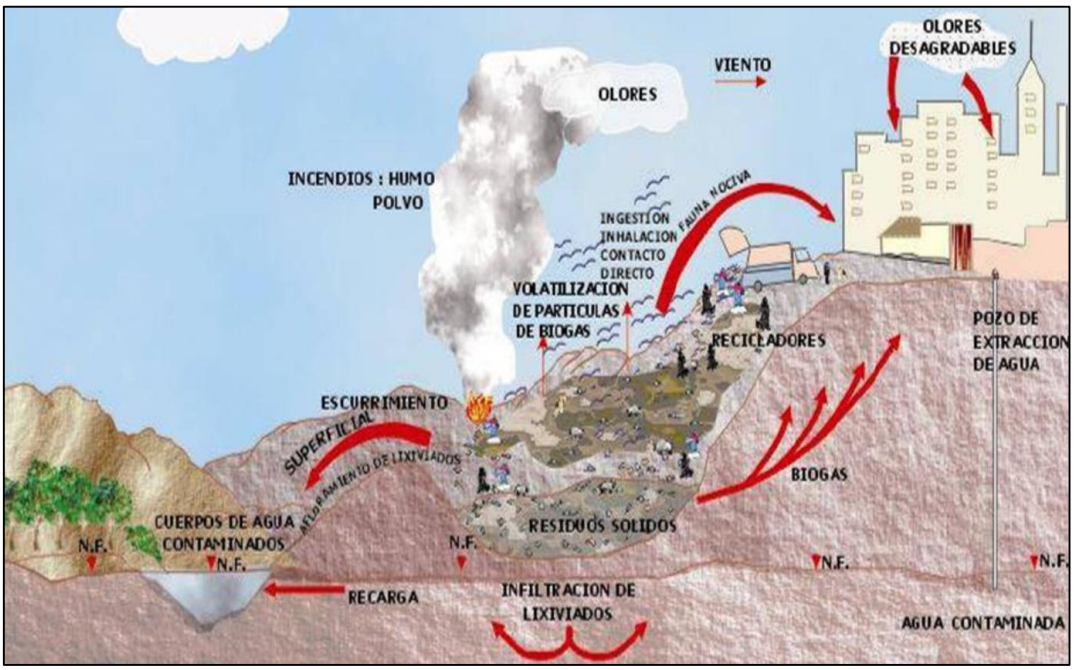
1.3.1. Problemas asociados a la mala gestión de residuos sólidos

Los problemas de los residuos sólidos se encuentran fuertemente asociados con el aumento de población, ya que a medida que se ejecutan las distintas actividades antrópicas se producen residuos los cuales tienen características diferentes dependiendo de la actividad productiva de donde proviene. Es así como el mal manejo de los residuos puede conllevar a causar varios problemas ambientales los cuales pueden repercutir en calidad de vida de los pobladores (MINAM, 2016).

Un claro ejemplo de ello es las crisis sanitarias que se desencadenan en la Costa Ecuatoriana en determinadas épocas del año en donde, debido al estancamiento del agua en objetos desechados, existe una proliferación de mosquitos mismos que son capaces de trasmitir el dengue.

A continuación, en la **Figura 2,** se presenta el esquema de los problemas ocasionados por la mala disposición de residuos sólidos en un botadero a cielo abierto, situación que se presentaba en Ecuador hasta antes del convenio de Cooperación Técnica entre el MAE-PNGIDS y MAE (UGA, 2014).

FIGURA 2.- PROBLEMAS OCASIONADOS POR LA MALA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.



FUENTE: MINAM Perú, 2016.

Los problemas ambientales ocasionados por la mala gestión de residuos sólidos, según lo describe el Ministerio de Perú generalmente son (MINAM Perú, 2016):

Contaminación al agua: cuando los residuos se encuentran acumulados por un período largo de tiempo y expuestos a lluvias o niveles de humedad muy altos, producen líquidos de color negro con cargas contaminantes muy altas. A estos líquidos se los denomina lixiviados, mismos que al entrar en contacto con los sistemas hídricos deterioran su calidad y limitan su uso en determinadas actividades.

Contaminación al suelo: la disposición de los residuos en las capas superiores de la superficie terrestre, puede provocar la percolación de lixiviados a compartimientos inferiores del suelo, llegando a contaminar no solo los diferentes horizontes del suelo sino también los acuíferos subterráneos. Además, se puede ver afectada la estabilidad

del suelo debido a la construcción de sitios de disposición final de desechos como es el caso de Rellenos Sanitarios.

Contaminación al aire: como consecuencia de la descomposición biológica de los desechos, puede producirse cantidades considerables de gases que en su mayoría pueden resultar peligrosos. Este biogás, producto del metabolismo bacteriano, puede contener gases como el metano, dióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno y amoníaco; de entre ellos ya es conocido que tanto el metano como el dióxido de carbono son causantes del efecto invernadero.

Contaminación paisajística: La incorrecta disposición de desechos además pueden llegar a provocar contaminación paisajística, no solamente en el sitio de disposición, sino también en el entorno de estas zonas. El viento tiene la capacidad de arrastrar aquellos materiales que tienen un bajo peso y llevarlos a varios cientos de kilómetros, ocasionando inclusive que las copas de los árboles permanezcan cubiertas por fundas plásticas y otros materiales livianos.

Problemas de salud: la acumulación de los residuos atrae animales que se pueden reproducir fácilmente en condiciones no sanitarias o insalubres, dando paso a que estos organismos se conviertan en transmisores potenciales de bacterias y virus. Estos vectores pueden ser: moscas, zancudos, ratones, entre otros, que son capaces de transmitir una gran cantidad de enfermedades de tipo vírica o bacteriana.

En general, para manipular los residuos se debe seguir directrices asociadas a la correcta gestión de este tipo de materiales y que están estrechamente relacionadas con la Salud y Seguridad Ocupacional de los trabajadores, caso contrario pueden adquirirse enfermedades como hepatitis, tifo idea, colora, entre otras, las cuales pueden provocar daños irreversibles en la salud de los operadores.

1.3.2. Residuos sólidos no peligrosos

El Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA) define al residuo sólido no peligroso como cualquier objeto material, sustancia o elemento sólido que no presenta características de peligrosidad, estos son resultantes del consumo o uso de un bien y que no tienen valor para quien lo genera pero que son susceptibles a un aprovechamiento (TULSMA, 2015).

Es importante destacar la diferencia entre residuo sólido no peligroso y un desecho, pues el primero tiene capacidad de ser revalorizado y/o ser aprovechado, mientras que el segundo es la materia final de cualquier actividad que no tiene ningún valor y tampoco es susceptible a recibir algún tipo de tratamiento. La confusión de estos términos se debe a la falta de información de la ciudadanía que piensa que todos los residuos que se generan en sus hogares son desechos y no tienen oportunidad alguna para ser transformados en productos nuevos.

La clasificación de los residuos sólidos no peligrosos es muy variada dependiendo del autor que los describa y del propósito de este, no obstante, dentro de la norma INEN 2841 se presenta la siguiente clasificación:

- **Orgánicos:** aquellos que pueden descomponerse naturalmente y transformase o degradarse rápidamente. Estos residuos pueden ser restos de comida, así como cascaras de frutas y legumbres.
- **Reciclables:** residuos susceptibles a aprovechamiento, y que mediante trasformaciones obtienen la capacidad de reincorporarse como materia prima. Como residuos reciclables encontramos cartón, botellas plásticas, papel, latas de aluminio, entre otros.
- **No reciclables:** conocidos como desechos, no aprovechables o basura, este tipo de residuos no posee potencial de reincorporación en la fabricación de nuevos productos. Un ejemplo de este residuo son los pañales, servilletas, papel higiénico y productos de aseo personal.

Dentro de la misma norma INEN 2841 se establecen un código de colores específico para los recipientes de almacenamiento temporal de los residuos sólidos los cuales se detallan en la **Tabla 1**.

La separación diferenciada en los recipientes de los residuos sólidos ayudará a una mejor organización de estos para facilitar las alternativas de aprovechamiento y/o disposición final. Un requisito importante para que los residuos puedan ser diferenciados de acuerdo con la normativa de colores es que la población en la cual se desee implementar este sistema sea capacitada y esté comprometida a diferenciarlos adecuadamente mediante su disposición en los tachos correspondientes.

TABLA 1. - CÓDIGO DE COLORES ESPECÍFICOS DE LA NORMA INEN 4821.

TIPO DE RESIDUO SÓLIDO	COLOR CORRESPONDIENTE
Orgánico / reciclable	Verde
Desechos	Negro
Plástico /envases multicapa	Azul
Vidrio / metales	Blanco
Papel / cartón	Gris
Especiales	Anaranjado

1.3.3. Propiedades de los residuos sólidos no peligrosos

Los residuos sólidos poseen características físicas, químicas y biológicas, mismas que pueden brindar información sobre la naturaleza de estos materiales y de esta manera faciliten la generación de herramientas y métodos para su tratamiento. Las características que son consideradas imperantes en el momento de la cualificación y cuantificación, son las que se mencionan a continuación:

Masa (m): es la cantidad de materia que se encuentra dentro de un espacio físico; en el caso de los desechos sólidos este espacio puede ser un balde, una funda de basura o un contenedor. Las magnitudes que se encuentran relacionadas con esta magnitud son los kilogramos (kg), gramos (g), libras (lb), entre otros.

Peso específico (P_e): es la relación que existe entre el peso (W) por una unidad de volumen (v) y su magnitud es en kilogramos sobre metros cúbicos (kg/m^3), es decir es la medida que la fuerza de gravedad ejerce sobre un cuerpo determinado en relación con una unidad de volumen.

Este término puede llegarse confundirse con la densidad (δ) de los residuos sólidos la cual es la masa (m) por una unidad de volumen (v).

Volumen (v): es el espacio que ocupan los residuos dentro de un recipiente con medidas conocidas. Generalmente se utiliza las siguientes magnitudes: litro (L), metros cúbicos (m^3) y centímetros cúbicos (cm^3).

Contenido de humedad (M): se define como la cantidad de agua que se encuentra dentro de la muestra de los residuos sólidos. Los valores de la humedad dependen de varios factores, por ejemplo, las condiciones climáticas de la zona de estudio,

ambiente en el que se realiza el estudio, estación del año, composición de los residuos y condiciones de vida de la población.

Los métodos para determinar la humedad de los residuos sólidos pueden ser peso húmedo o peso seco. Generalmente se utiliza el peso húmedo que relaciona el peso inicial de la muestra (w) con el peso final (d) luego de haber sometido los residuos sólidos a 150°C.

1.3.4. Caracterización de residuos sólidos

La normativa nacional vigente no hace referencia a métodos de caracterización propios de Ecuador por lo que varias de las caracterizaciones de residuos que se han llevado a cabo dentro del país tuvieron como guía una metodología extranjera. La diferencia en el uso de las guías extranjeras es que la mayoría de estas fueron llevadas cabo en países desarrollados en donde existen un ambiente socioeconómico distinto al que se poseen actualmente en países subdesarrollados como el Ecuador.

Pese a las circunstancias de subdesarrollo de la mayor parte de países Latinoaméricanos, la Republica de Perú elaboró la “Guía Metodológica para el Desarrollo del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales”, la cual menciona que el tiempo de caracterización ideal debe ser de siete días y uno de encerado. El objetivo del día de encerado es nivelar la cantidad de residuos que se caractericen en los siguientes días.

En la misma Guía Metodológica se define a la caracterización de residuos sólidos como la herramienta útil para la obtención de información primaria de las características de estos, tales como (MINAM, 2015):

- **Cantidad de residuos sólidos:** Es la medida de residuos sólidos que se producen en un lugar previamente identificado y delimitado.
- **Generación per cápita:** Es una medida que nos permite conocer la cantidad de residuos sólidos que una persona es capaz de producir en un día. Su unidad es kg/hab * día (Sandoval, 2004).
- **Densidad de residuos sólidos:** Es una propiedad física que permite conocer la relación entre el peso de los residuos y el volumen que estos ocupan en un

recipiente de medidas conocidas. Es decir, es la relación de kilogramos ocupados por metro cúbico (kg/m³) (Sandoval, 2004).

Al determinar la generación per cápita, densidad y cantidad de los residuos sólidos se puede realizar una planificación técnica y operativa para un correcto manejo. Además, permite proponer los equipos / elementos que un sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos va a requerir para que se acople a las características y necesidades de la comunidad o la población de estudio.

Además, para realizar una estimación más acertada de los valores de producción de residuos que se generan dentro de una zona en particular, se hace necesario emplear herramientas estadísticas las mismas que permiten realizar una estandarización y validación de los datos obtenidos.

Para la determinación de la generación de residuos sólidos domiciliarios existen varios documentos que muestran la metodología a seguir como la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-61-1985 “Protección al ambiente-contaminación del suelo - residuos sólidos municipales - determinación de la generación” (SECOFI, 1985). Dentro de esta norma se detalla los procedimientos paso a paso en la aplicación del “Método de Muestreo Estadístico Aleatorio” que permite obtener datos más precisos al identificar los residuos de forma independiente de cada hogar escogido aleatoriamente, es decir ninguno tiene prioridad y cualquiera de ellos tiene la misma posibilidad de ser seleccionado.

Debido a la proximidad y rasgos de similitud social que posee Perú con Ecuador se tomará el procedimiento de la “Guía metodológica para el desarrollo del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales” para determinar el número de muestras a tomar dentro de la caracterización de los residuos sólidos, la cual establece la siguiente ecuación (MINAM Perú, 2015):

ECUACIÓN 1. - ECUACIÓN PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE NUESTRAS (VIVIENDAS).

$$n = \frac{{Z_1}^2 - \infty/2N\partial^2}{(N-1)E^2 + {Z_1}^2 - \infty/2\partial^2}$$

En donde:

n (número de muestras): número de viviendas representativas y que participan en el estudio de caracterización.

N (universo): total de viviendas o establecimientos de la población.

***∂* (desviación estándar):** es la medida de dispersión de los resultados en referencia de la media obtenida (Salkind, 2013). Mientras el valor de la desviación estándar sea mayor existirá una mayor dispersión de los datos.

Media Aritmética: corresponde al promedio de la cantidad de elementos o valores de una muestra o en este caso de personas que habitan una zona delimitada (MEC España, 1996).

Z1-*∂*/2: el nivel de confianza es una medida que nos permite conocer la precisión para estimar el valor poblacional. Generalmente el nivel de confianza tiene asociado un coeficiente de confianza como se muestra en la siguiente tabla (Vivanco, 2005):

TABLA 2.- NIVEL Y COEFICIENTE DE CONFIANZA

Nivel de confianza	90%	95%	95,5%	99%	99,7%
Coeficiente de confianza	1,64	1,96	2	2,58	3

FUENTE: Vivanco, 2005.
ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018

Cuando existe un nivel de confianza alto existe también un coeficiente de confianza grande. Generalmente se utiliza niveles de confianza de entre el 90% y el 99,7% para tener coeficientes confianza de 1,64 a 3. Cabe mencionar por razones evidentes no se trabaja con el nivel más alto de confianza que es de 99,7% debido a que el error de los cálculos realizados aumentaría (Vivanco, 2005). Mediante la aplicación de estadística descriptiva es posible reducir los posibles errores sujetos al diseño del Sistema GIRS, ya que al estimar valores de desviación estándar es posible determinar un error asociado a la producción de residuos y establecer rangos de seguridad en caso de presentarse días de producción atípicos.

E (Error permisible): el error permisible es la magnitud de la probabilidad de cometer un error o de equivocarse, esta medida está asociada con el coeficiente de confianza (Vivanco, 2005). así por ejemplo los errores preestablecidos por Vivanco para los niveles de confianza son:

TABLA 3.- ERROR Y COEFICIENTE DE CONFIANZA

Error α	0,1%	0,05%	0,045%	0,001%	0,003%
Coeficiente de confianza	1,64	1,96	2	2,58	3

FUENTE: Vivanco L., 2005.
ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018

Es importante que el número de muestras sea representativo para obtener una mayor confiabilidad de en los resultados obtenidos. Con mayor confiabilidad se obtiene un grado de confianza elevado y el error se reduce (Sakurai K., 2000).

Una caracterización de residuos sólidos puede realizarse de forma directa cuando se determina el peso y el volumen de los residuos en un día de generación de cada vivienda establecida en ese preciso instante es decir *In Situ* (INEN, 2014). Mientras tanto se dice que es una caracterización por cuarteo cuando se juntan todos los residuos sólidos del número de muestras establecido y se las coloca en un espacio determinado para posteriormente dividirla en cuatro partes, de las cuales se escoge dos partes opuestas para juntarlas nuevamente y subdividirlas en cuatro partes hasta obtener una muestra aproximada de 50 kg para finalmente escoger una de las partes y proceder a anotar las características de los residuos (Sandoval L., 2004).

1.3.4.1. Composición porcentual de los residuos sólidos

La composición porcentual permite conocer la proporción de cada tipo de residuo con respecto a la totalidad de una muestra de desechos. Esta composición depende mucho de las costumbres de una población, condiciones de vida y necesidades que poseen. Así, por ejemplo, dentro del Análisis Sectorial de Residuos Sólidos realizado en 2002 menciona que en Ecuador se producen diariamente 6670 toneladas diarias, tal y como se muestra en la **Tabla 4**.

Si se realiza un analis más detallado de los residuos organicos que se produce diariamente, se puede observar que alrededor de 1371 toneladas de residuos podrían ser aprovechados mediante la venta. Mientras que alrededor de 5298 toneladas de residuos orgánicos podrían ser eliminados mediante incineración, o bien podrían ser utiliados como materia para compostaje.

TABLA 4.- COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN ECUADOR.

TIPO DE RESIDUO	%	PRODUCCIÓN (Ton/Día)
Orgánicos	71,4	5 298
Papel y cartón	9,6	709
Plástico	4,5	336
Vidrio	3,7	274
Metales	0,7	53

FUENTE: Análisis Sectorial de Residuos Sólidos de Ecuador, 2002.

Lamentablemente, en el Ecuador no se ha podido direccionar de buena manera la gestión y aprovechamiento de estos residuos, de tal manera que gran parte de ellos terminan, en el mejor de los casos, en Rellenos Sanitarios.

1.3.5. Producción per cápita (PPC)

Una vez que se ha realizado una estimación de la cantidad de residuos que se genera dentro de una zona en particular, es posible determinar la producción per cápita, la cual comprende la generación de residuos en kilogramos de una persona en un día. La relación existente se ve reflejada en la siguiente ecuación:

ECUACIÓN 2.- RELACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PER CÁPITA.

$$Produccion\ per\ cápita = \frac{kilogramos\ de\ residuos\ sólidos\ por\ dia}{No.\ de\ habitantes}$$

1.3.6. Criterios estadísticos

A continuación, se detallan algunos términos descritos por Salvador Monroy en su libro de Estadística Descriptiva (Saldívar, 2008). Estos términos ayudaran a mejorar el entendimiento del proceso realizado.

Media: es una medida que tiende a estar en el medio de los obtenidos de una muestra, a lo que se refiere como la suma de los valores dividido para el numero de los valores existentes.

Mediana (Md): al igual que la media, esta medida tiende a estar en el centro de los valores obtenidos de la muestra con diferencia de que esta permite dividir a la serie de valores en dos grupos iguales. Un grupo tendrá valores menores a la mediana y el otro grupo tendrá valores mayores a esta mediana.

Moda (Mo): es la última medida que se encuentra en la mitad de los valores obtenidos y representa al valor que tiende a repetirse más o que posee mayor frecuencia de un grupo de valores.

Al obtener el resultado de las tres variantes se puede realizar una comparación de sus valores para obtener un valor central y representativo de la muestra de estudio. Dentro del análisis de las muestras también existen medidas de dispersión para los valores obtenidos que son los siguientes:

Rango (R): corresponde a los valores extremos de una serie de números estos son el mayor y el menor valor del grupo.

Desviación Media (DM): es la distancia que existe entre los valores y la media. Es la resta entre cada valor con la media obtenida en valor absoluto y dividida para el número de valores existentes.

Varianza (s): es el resultado de a deviación media elevado al cuadrado y divido para el número de valores existentes menos uno.

Desviación Estándar: se llama desviación estándar a la diferencia entre un valor individual y la media obtenida. En otras palabras, es la raíz cuadrada de la desviación media.

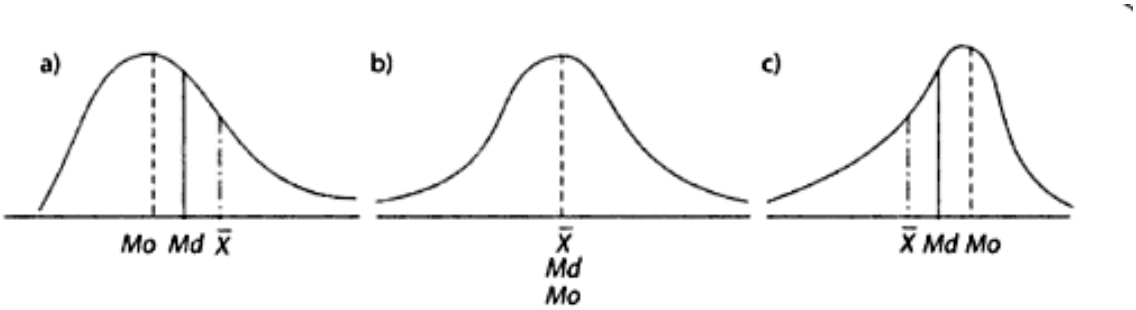
Medidas de Asimetría: existen representaciones graficas de los valores que sirven para identificar la existencia de simetría cuando coinciden los valores de la media, la mediana y la moda. Por otro lado, cuando los valores entre estas tres medidas son diferentes se presenta una asimetría por lo que se presentan las medidas de asimetría, las cuales son:

Asimetría Positiva: es la que sucede cuando el valor de la media es mayor que el de la mediana, dejando una pendiente más alargada hacia la derecha en la gráfica, como se representa en el literal a de la **Figura 3**.

Asimetría normal: cuando los valores de la media, mediana y moda se ubican en el mismo punto originando una curva simétrica como se muestra en el literal b de la **Figura 3**.

Asimetría Negativa: es la que sucede cuando el valor de la media es menor que el de la mediana, dejando una pendiente más alargada hacia la izquierda en la gráfica, como se muestra en el literal c de la **Figura 3**.

FIGURA 3.- TIPOS DE ASIMETRÍA DE LAS MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL.



FUENTE: Rial A. y Varela J., 2008
ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018

Coeficiente de Asimetría: Permite calcular la asimetría que existe con respecto a la media. Se obtiene restando cada valor con el promedio obtenido, luego se eleva este resultado al cubo y se divide para el numero de valores existentes, finalmente se divide este resultado para la desviación estándar elevada al cubo.

1.3.7. Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS)

Es el conjunto de acciones que integran el manejo de los residuos sólidos no peligrosos desde su generación hasta su disposición final y cuyo objetivo es la minimización de estos por medio de alternativas de aprovechamiento. Las etapas que generalmente comprende la Gestión Integral de Residuos Sólidos según el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA) son:

- **Generación:** Comprende la producción de residuos que resulta de actividades domésticas o por el uso de bienes y servicios. De esta forma se tienen los siguientes residuos sólidos detallados en la **Tabla 5**. Es responsabilidad de los generadores de residuos sólidos no peligrosos tomar medidas de minimización, además de llevar a cabo actividades de separación y clasificación en la fuente de las viviendas. También, tienen la responsabilidad de llevar acabo las actividades de separación y clasificación de sus residuos.

TABLA 5.- TIPO DE RESIDUO DE ACUERDO CON SU LUGAR DE GENERACIÓN.

LUGAR DE GENERACIÓN	TIPO DE RESIDUOS	CAPACIDAD
Domiciliarios	Residuos sólidos domiciliarios	Susceptibles a aprovechamiento
Industrias	Residuos sólidos industriales	Susceptibles a aprovechamiento y tratamiento
Hospitales	Residuos sólidos hospitalarios	Susceptibles a tratamiento

- **Almacenamiento temporal:** es la acumulación o depósito temporal de residuos sólidos de uno o varios generadores para su posterior recolección, aprovechamiento trasformación, comercialización o disposición final. En el almacenamiento temporal, los residuos sólidos no peligrosos deben ser colocados de forma ordenada dentro de una funda en contenedores cerrados, además deben de estar correctamente ubicados y cubiertos.
- **Recolección y trasporte:** la recolección es el conjunto de acciones que comprende el depósito y carga de los residuos sólidos a los vehículos recolectores de forma manual o mecánica y el trasporte son todos aquellos viajes de traslado de los residuos entre los diferentes sitios comprendidos en la Gestión Integral de Residuos Sólidos.

  La recolección de los residuos sólidos no peligrosos puede ser mecanizada, manual o semimecanizada en donde se puede implementar la recolección de esquina, de acera, intradomiciliario y de contenedores.

  En cuanto a la responsabilidad de los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD´s) serán ellos quienes deben ofrecer el servicio de recolección y de barrido para evitar así perjuicios hacia las personas o el ambiente. Por otro lado, en el traslado de los residuos sólidos se debe asegurar que los equipos de transporte y recolección sean los idóneos de tal forma que se pueda prevenir los derrames. De aquí nace la obligación de limpiar, desinfectar y llevar a cabo los mantenimientos a los equipos de transporte y recolección.

- **Tratamiento:** Procedimientos mediante los cuales se cambian las características de los residuos para reducir su peligrosidad. Es obligación de las empresas privadas y municipalidades fomentar programas que a través del

reciclaje, reutilización, compostaje e incineración logren el aprovechamiento de los residuos recuperados para su conseguir su recirculación en las actividades económicas. Los municipios deberán contar con programas de recuperación de residuos reciclables, sin mencionar que los procesos de aprovechamiento tienen que promover la generación de empleos.

- **Disposición final:** Consiste en depositar los desechos en sitios tecnificados con el objetivo de evitar daños a la salud y al ambiente. Cada municipio debe contar con un relleno sanitario según lo establecido en la norma técnica por la Autoridad Ambiental y los GADs, estarán en la posibilidad de ofrecer tecnologías que disminuyan la cantidad de residuos que dirijan para disposición final.

De esta forma, un **Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos** implementa medidas necesarias en todas sus etapas para proteger la salud humana y del ambiente de efectos nocivos temporales o permanentes que puedan derivarse de todo el proceso. Dentro de las medidas que implementa un sistema se encuentran técnicas de aprovechamiento o tratamiento de residuos sólidos no peligrosos, las cuales cumplen el objetivo de disminuir la cantidad de residuos que llegan a los botaderos a cielo abierto o a los rellenos sanitarios (INEN, 2014).

En el Código Orgánico Ambiental (COA) que entró en vigor en abril del 2018 de acuerdo con el Registro Oficial Suplemento 983 y sustituye a la Ley de Gestión Ambiental expedida en el año 2004 menciona que la gestión integral de los residuos y desechos se encuentran sometidos a la tutela estatal la cual contribuirá al desarrollo sostenible de acuerdo con el artículo 224.

Las obligaciones que el estado ecuatoriano y sus demás ramas deben tener en la gestión integral de los residuos y desechos según menciona el artículo 225 del COA son:

- El manejo integral de residuos y desechos a los cuales se debe considerar prioritariamente la eliminación o disposición final más próxima a la fuente.
- El fortalecimiento de la educación y cultura ambiental, la participación ciudadana y una mayor conciencia en relación con el manejo de los residuos.
- El fomento al desarrollo del aprovechamiento y valorización de los residuos, considerándolos un bien económico con finalidad social.

- El fomento al establecimiento de estándares para el manejo de residuos y desechos en la generación, almacenamiento temporal, recolección, transporte, aprovechamiento, tratamiento y disposición final.

De esta forma los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs) promoverán y fomentarán en la ciudadanía la clasificación, reciclaje y en definitiva la Gestión Integral de Residuos Sólidos de acuerdo con la jerarquización de minimización del artículo 226 del COA que es:

FIGURA 4. -JERARQUIZACIÓN DE MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

FUENTE: COTAD, 2010.
ELABORADO: Custodio L., 2018

Se entiende que el COA estableció esta jerarquización de los residuos sólidos para que la disposición final sea considerada como la última alternativa para aquellos desechos que no se puedan aprovechar, tratar, valorizar o eliminar en condiciones ambientalmente adecuadas y tecnológicamente factibles.

1.3.8. Aprovechamiento de residuos sólidos

Existe mucha confusión entre los términos de aprovechamiento y tratamiento de residuos sólidos, sin embargo, el tratamiento de residuos sólidos corresponde a los procesos, operaciones o técnicas mediante los cuales se modifican las características de los residuos, en donde se considera el riesgo y grado de peligrosidad para incrementar las posibilidades de aprovechamiento (INEN, 2014). Mientras tanto el aprovechamiento de residuos no peligrosos según lo describe el TULSMA es el conjunto de acciones o procesos asociados mediante los cuales a través de un manejo

integral de los residuos sólidos se procura dar valor a los residuos sólidos reincorporándolos en procesos para la generación de nuevos productos (TULSMA, 2015).

Las técnicas de aprovechamiento pueden ser la reutilización, el reciclaje o compostaje, en caso de residuos orgánicos, o cualquier otra técnica que genere beneficios sanitarios, ambientales y/o económicos (TULSMA, 2015). A continuación, se describen algunas técnicas de aprovechamiento que se pueden llevar a cabo en cualquier población.

- **Reciclaje:** Operación de separar y clasificar a los residuos sólidos para reutilizarlos; se los somete a una trasformación para ser utilizados nuevamente (INEN 2841, 2016). Además, las personas que se dedican a la recuperación y venta de materiales reciclables dentro de las etapas de GIRS municipal son definidas como recicladores base según la Iniciativa Regional para el Reciclaje Inclusivo (Manual de Reci – Veci, 2018)
- **Compostaje:** Es una tecnología de bajo coste que permite transformar residuos y subproductos orgánicos en materiales biológicamente estables que pueden utilizarse como abonos de suelo y como sustratos para cultivo sin suelo, lo que disminuye el impacto ambiental de los mismos y permite el aprovechamiento de los recursos que contienen (Torstosa G., 2008).
- **Vermicompost o lombricultura:** Consiste en una técnica que utiliza lombrices para la obtención de compost a partir de restos de materia orgánica (GRAMA, 2015).
- **Biodigestor:** Es un recipiente o contenedor cerrado en el cual se almacena los residuos orgánicos mezclados con agua que al descomponerse en ausencia de aire generan biogás (Zuñiga, 2007).
- **Biogas:** es un gas compuesto principalmente por metano (CH4) y dióxido de carbono (CO2). También se considera una energía renovable que puede utilizarse directamente a estructuras para combustión (IDEA, 2016).
- **Té de compost:** Consiste en un extracto soluble que proviene del compost, este proceso tiene como finalidad aumentar la carga microbiana aeróbica y este resultante se puede aplicar directamente sobre el suelo a tratar (Román P., 2013).

Todas las técnicas de aprovechamiento descritas anteriormente pueden ser aplicadas después de que se realice una caracterización de residuos sólidos, para determinar qué tipo de residuo es el que mejor se puede acoplar a cada técnica. Cabe mencionar que cada técnica debe acoplarse a las condiciones y características de la zona de estudio para que puedan desarrollarse adecuadamente sin exceso o escases de material.

1.3.9. Promotor comunitario ambiental

La normativa existente en Ecuador no hace referencia o nombramiento al promotor comunitario ambiental, sin embargo, el Ministerio del Ambiente cuenta con el nombramiento de auditores ambientales quienes evalúan proyectos ambientales (Martínez F., 2018). Aun así, existen varios documentos internacionales como el que expendió el Gobierno de la República de Panamá en el año 2012 que hace referencia a este término como la persona o grupo de personas oriundas de una comunidad especifica que piensan en la superación de la misma, por lo que están dispuestos a recibir capacitaciones para transferir y aumentar su experiencia lo que facilita los procesos de desarrollo comunitario y personal; además de complementar las actividades que un técnico especialista realiza (Guía del Promotor Comunitario Ambiental, 2015).

Para la conformación de un grupo de promotores ambientales como lo menciona la Investigación Acción Participativa (IAP) se requiere de la intervención activa de la población de tal forma que ellos mismos puedan manifestar su propia realidad y por otro lado generar trasformaciones entre la persona y la situación en la cual participan (Grupo Dinámicas, 2014).

En cuanto al éxito de la implementación de proyectos dentro de alguna comunidad es importante la aceptación de los pobladores, así como su participación y preocupación de las propuestas planteadas de mejoramiento como menciona la IAP dentro del tema de participación social (Delgado, 2017). Esta etapa de participación social guiará para la identificación de los actores clave quienes son esenciales para expresar el interés y preocupación en el desarrollo de un proyecto (CONAGUA, 2014).

2. METODOLOGÍA

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos se acordó la realización de 3 visitas en campo para la obtención de la información requerida y uno para entregar el documento final a la municipalidad del Cantón San Lorenzo. Los detalles de las salidas de campo realizadas se encuentran en el **Anexo I**.

Además, se establecieron los siguientes subtemas con las técnicas utilizadas para cumplir con los objetivos propuestos, los cuales se describen a continuación:

2.1. Recopilación de información para la línea base

Se llevaron a cabo reuniones con los representantes de la Fundación Apoyando Ecuador en donde se reconoció la falta de información de varios aspectos en cuanto al manejo de residuos sólidos de la comunidad. En vista de esto se decidió realizar un censo para la estimación de población y viviendas que conforman la comunidad de ¨El Porvenir¨ para esta actividad la Fundación proporcionó 6 voluntarios, quienes además guiaron en el reconocimiento de la comunidad.

Para tener una mejor coordinación en la realización de esta actividad se estableció dividir a la comunidad por bloques tomando como referencia las calles pavimentadas de la comunidad. Con la comunidad dividida en bloques se realizó un análisis más detallado de cada zona y se logró aumentar la eficiencia del trabajo mediante la disminución del tiempo empleado para las demás actividades.

Para la realización de la estimación de población y vivienda se desarrolló un formato como se presenta en el **Anexo II**, el cual contó con campos para especificar los apellidos de la familia censada, nombres y edades de quienes la conforman. Esta actividad se llevó a cabo en un fin de semana del mes de noviembre del 2017 en donde los miembros de la comunidad se encontraban en su lugar habitual de residencia como lo describe el censo de derecho o jure.

La realización de la estimación de población y vivienda también permitió llevar a cabo una socialización del proyecto con los habitantes y confirmar su asistencia a una reunión para tratar el manejo de residuos sólidos en la comunidad. Como complemento de esta actividad se elaboró un croquis acotado de la comunidad.

Al finalizar las conversaciones que se dieron lugar en la estimación de población y vivienda se pidió consentimiento para colocar un *sticker* con el código de identificación que especifica el bloque al que pertenece la vivienda y el número respectivo, lo cual se detalla a continuación:

FIGURA 5. - COLOCACIÓN DEL CÓDIGO LUEGO DE HABER REALIZADO LA ESTIMACIÓN DE POBLACIÓN Y VIVIENDA.

FUENTE: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

En cuanto a la elaboración del croquis acotado, se realizó un dibujo a mano alzada para la identificación de los lugares que posee la comunidad, así como de sus medidas longitudinales las cuales no fueron escaladas (Arco, 2004). Para la realización del mapa referencial se hace uso de equipos topográficos y de ubicación satelital, sin embargo, en esta ocasión se tuvo que prescindir de ellos por las características de acceso y movilización las que comprometían su integridad. Por lo cual, se optó por emplear una piola de 35 metros marcada en segmentos de 1 metro para realizar el levantamiento de información.

2.1.1. Observaciones, encuestas y entrevistas

Las observaciones se enfocaron en el registro de los aspectos físicos de la comunidad tales como su tamaño, distribución, accesos, sitios con funciones centrales como iglesias, escuelas, entre otros (Hernández, Fernández y Baptista, 2010) y se complementaron con la realización del croquis acotado; estas observaciones fueron anotadas en un cuaderno de campo para su posterior análisis.

Las encuestas fueron realizadas a la par con la estimación de población y vivienda para optimizar el tiempo. En las encuestas se utilizaron preguntas cerradas de opción múltiple y de fácil comprensión para asegurar así una mejor participación de los habitantes. Se realizó un formato de encuesta como se muestra en el **Anexo III,** en donde se empleó el término “basura” por el de residuo sólido para mejor comprensión por parte de los pobladores.

Con las encuestas se determinó el grado de conocimiento de los pobladores en cuanto a la correcta disposición final de los residuos, tiempo que generalmente sacan sus residuos de sus viviendas, percepciones de aceptación y conformación del grupo de promotores ambientales. En definitiva, lo que se busca determinar con las encuestas son las costumbres que los pobladores poseen en cuanto a la disposición final de los residuos sólidos.

En las entrevistas se utilizó el enfoque cualitativo, es decir se las realizaron en varias etapas del proyecto, por lo tanto, las preguntas y su orden se adecuaron a los entrevistados (Hernández, Fernández y Baptista, 2010) (**Anexo IV**). Se logró una mejor comunicación con los habitantes de la comunidad al realizar las entrevistas de forma abierta para obtener así las perspectivas, experiencias y opiniones detalladas de los participantes en cuanto a la Gestión Integral de Residuos Sólidos en la comunidad (Cuevas, 2009).

Las entrevistas se las aplicaron a quienes asistieron a todas las actividades establecidas como talleres y capacitaciones. Se determinó que todas aquellas personas que asistieron poseen un mayor interés en el proyecto, por lo que su participación fue valiosa dentro de los talleres. Además, por medio de las observaciones realizadas se decidió realizar entrevistas a dueños de tiendas, actores clave o personas influyentes y representantes de instituciones educativas (**Anexo V**) pues se consideró que son una importante fuente de generación en la comunidad. Adicionalmente, cada entrevista fue grabada para validar la participación de los participantes dentro de los talleres.

2.2. Organización de promotores ambientales

Se modificó la metodología de la matriz de Poder vs. Interés de Lledó (2013), con el fin de determinar el nivel de influencia (poder) y de preocupación (interés) de los actores clave sobre el proyecto, para la cual se empleó una calificación de estas características conforme se detalla en la **Tabla 6** (Lledó P., 2013).

TABLA 6. - MATRIZ DE PODER VS. INTERÉS PARA IDENTIFICACIÓN DE ACTORES.

Poder Nivel de influencia sobre el proyecto	**Interés** Preocupación sobre el proyecto	**Medidas/ persona**
Alto	Alto	Cuidado: personas que se deben capacitar adecuadamente para el buen desarrollo del proyecto.
Alto	Bajo	Atención: personas a las cuales se deben mantener satisfechas, pues al cambiar su interés pueden ocasionar problemas o por el contrario impulsar el proyecto.
Bajo	Alto	Mitigante: personas a las cuales se debe mantener informadas sobre el desarrollo del proyecto.
Bajo	Bajo	Sin problemas: a este grupo de personas se las debe monitorear por si cambian de opinión.

ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

Se realizó una lista de las personas que mostraron mayor interés en las actividades desarrolladas en el trascurso del proyecto y se los clasificó de acuerdo con la matriz de Poder vs. Interés. La calificación que se le asignó a cada persona enlistada dependió del interés en cuanto al manejo de residuos sólidos, lo cual fue reflejado en los talleres y capacitaciónes realizadas.

Se consideró al interés mostrado como la característica más importante ya que una persona interesada puede atraer a más personas a participar y así poder gestionar

adecuadamente las expectativas de la comunidad para mantener un canal de comunicación directa con ellos e involucrarlos en el proyecto. Con la organización de este grupo se pueden dar soluciones a los conflictos existentes (Lledó, 2013).

Para determinar a las personas que deseen formar parte del grupo de promotores ambientales o promotores comunitarios ambientales se invitó a la comunidad en general a una reunión. Aquí se presentó el proyecto "Diseño de un Sistema Participativo de Gestión Integral de Residuos Sólidos en una Comunidad Rural de Esmeraldas" en donde se explicó brevemente los beneficios de mantener un orden en la gestión de residuos sólidos dentro de la comunidad y limpieza adecuada.

En la primera reunión general también se informó a los asistentes de las posteriores reuniones con la finalidad de incentivar su asistencia y participar de forma activa en el sistema de gestión.

FIGURA 6. - GRUPO DE ASISTENTES EN LA PRIMERA REUNIÓN REALIZADA.

FUENTE: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

El grupo de promotores comunitarios ambientales conformado se comprometió a asistir a las capacitaciones y talleres con el fin de que puedan ser presentados a la Unidad de Gestión Ambiental del Municipio del Cantón San Lorenzo para reconocerlos como promotores ambientales. La conformación del grupo de promotores ambientales y la identificación de actores ayudó en la asignación de los respectivos roles dentro del Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos propuesto para su vinculación con el mismo.

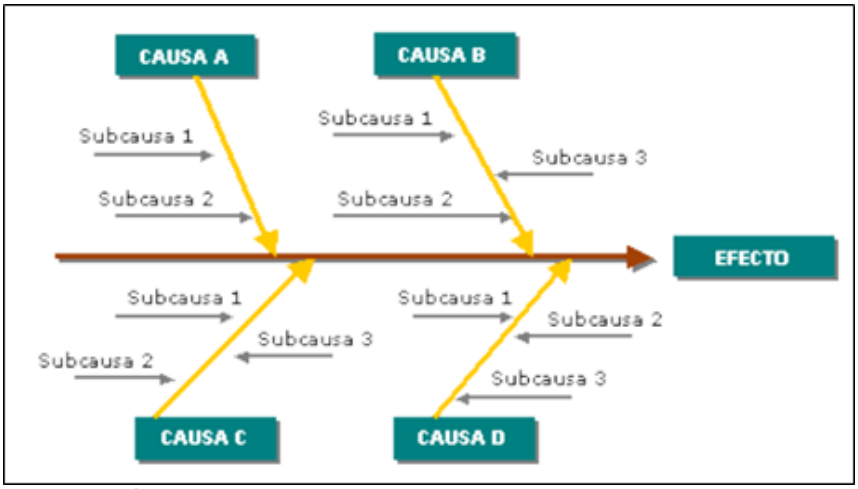
2.3. Identificación de problemas

El propósito de la conformación del grupo de promotores comunitarios ambientales fue que a través de ellos se puedan expresar las opiniones, quejas, necesidades y sugerencias de la población en general. Por tal motivo una vez conformado el grupo de promotores ambientales, fueron ellos quienes pudieron expresarse sobre el manejo de residuos sólidos de la comunidad.

El medio por el cual se manifestaron fue a través del desarrollo de los talleres participativos en donde se usó el mapa referencial para ubicar los puntos de mayor acumulación de residuos sólidos dentro de la comunidad, ubicación de los equipos y materiales propuestos para el sistema.

El grupo de promotores ambientales enlistó los problemas del manejo de residuos sólidos a través de una lluvia de ideas que posteriormente fueron transcritas ordenadamente en un diagrama de causa- efecto o diagrama de Ishikawa en donde se relacionó el efecto (problema central) con las causas que lo provocan (ideas de los promotores ambientales) de esta forma se realizó un análisis del problema central en el manejo de residuos sólidos y se plantearon soluciones dentro del sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos propuesto.

FIGURA 7. - DIAGRAMA DE ISHIKAWA PARA REPRESENTACIÓN DE PROBLEMAS DE GIRS.



FUENTE: Grupo dinámicas, 2016.

2.4. Caracterización de residuos sólidos

Debido a las características que la comunidad posee en cuanto a sus difíciles condiciones de acceso, se realizó una adaptación en el procedimiento de caracterización de residuos sólidos de la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-61-1985 “Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos Municipales Determinación de la Generación”, en donde se estableció una campaña de muestreo con 3 días de duración, tomando en cuenta no solamente un número aleatorio de viviendas sino el total de la población con el fin de recabar datos que reflejen el comportamiento de todo el sitio estudiado. Para la estimación de residuos sólidos se utilizaron los materiales/equipos descritos en el **Anexo VI** y se siguió el siguiente procedimiento:

a) Se realizaron formularios para poder registrar datos necesarios como el código de la vivienda, peso, tipo de residuos, entre otros, que se muestran en el **Anexo VII**.

   In situ:

b) Se realizó una visita previa al proceso de estimación de residuos a las viviendas seleccionadas para informar a sus habitantes o al encargado del hogar sobre la actividad que se iba a realizar.
c) Se seleccionó una zona lo suficientemente amplia y plana en donde se colocó un plástico (4m x 4m) para proceder con la estimación de residuos sólidos.
d) Por 3 días consecutivos se entregó a un miembro del hogar seleccionado una funda plástica con el código utilizado en la estimación de población y vivienda (**Figura 8**).

FIGURA 8. - ENTREGA DE FUNDAS PARA LA ESTIMACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.

FUENTE: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

e) Se recogieron las fundas con los residuos sólidos de cada día y se las llevó a una zona de almacenamiento temporal definida anteriormente (**Figura 9**).
f) Se procedió a abrir la funda de residuos para clasificarlos, pesarlos y registrarlos en el formulario (**Figura 10**).
g) Cuando se terminó de realizar la estimación de residuos sólidos se los colocó en costales diferenciando los aprovechables de los no aprovechables. De esta forma también se evitó que se dispersen en la comunidad (**Figura 11**).
h) Una vez finalizado el proceso de estimación, se trasladaron los residuos sólidos diferenciados a un destino apropiado que disponga de un sistema de recolección frecuente en este caso a la comunidad de "El Progreso" (**Figura 12**).

FIGURA 9. - TRASPORTE DE LAS FUNDAS AL LUGAR DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL.

FUENTE: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

FIGURA 10. - CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LAS FUNDAS TRASPORTADAS.

FUENTE: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

FIGURA 11. - COLOCACIÓN DE LAS FUNDAS DE RESIDUOS EN COSTALES.

FUENTE: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

Pensando en obtener la mayor confiabilidad posible, se realizó el muestreo a todas las viviendas de la comunidad de ¨El Porvenir¨, de esta manera se obtuvo información del total obtenido de la estimación de población y vivienda. Al incluir a todas las viviendas, muestra total de la población, se obtiene valores lo más acercados a la realidad y se disminuye el índice de error que podría ocasionarse al tomar una muestra de una comunidad muy pequeña.

Los pesos obtenidos por cada tipo de residuo por los 3 días fueron promediados para la obtención de valores más significativos, posteriormente se determinó el promedio de los 3 días para obtener los pesos representativos por cada tipo de residuo en el periodo de caracterización. De esta forma se obtuvo el peso de residuos sólidos en la comunidad por cada tipo en 1 día de generación.

2.4.1. Densidad de los residuos sólidos

La determinación de la densidad de residuos sólidos sirvió para obtener un valor significativo del peso que tienen los residuos en relación con el espacio que ocupan. Para la realización de esta actividad se procedió de la siguiente manera:

a) Se seleccionó una vivienda al azar de la comunidad de ¨El Porvenir¨.
b) Se recolectó los residuos de esa vivienda de un día de generación y se preparó un lugar espacioso para la separación.
c) Se separó los residuos teniendo en cuenta en la clasificación presentada en la caracterización.

d) Se registró el peso de los residuos con la ayuda de una balanza de mano para posteriormente depositarlos dentro del cartón.
e) Se tomó las medidas ocupadas por el tipo de residuo dentro del cartón.
f) Con las medidas obtenidas se determinó el volumen de cada tipo residuo sólido registrado.
g) Finalmente se determinó la densidad con la relación entre el peso registrado y el volumen obtenido.

Este proceso se llevó a cabo con la finalidad de determinar el tipo de contenedor que se requiera de acuerdo con los pesos de cada residuo y el volumen que estos ocupan durante el almacenamiento y así satisfacer la capacidad de generación de la población.

2.5. Determinación de la producción per cápita

La obtención de este valor se realizó con la relación de los kilogramos de generación de cada vivienda por el número de habitantes, estos resultados se promediaron para obtener los rangos con su amplitud y marcas de clase de cada día de caracterización, este procedimiento se lo realizo para un lapso de 3 días de caracterización.

Una vez determinado la producción per cápita de la comunidad de ¨El Porvenir¨ se realizó un promedio de los resultados obtenidos para posteriormente agruparlos de acuerdo con los rangos establecidos. A partir de estos intervalos de rangos se tomó el valor de sus extremos para realizar un promedio, al resultado de este proceso de lo denomina marca de clase.

Con las marcas de clase obtenidas se realizará una serie de frecuencias para determinar la media, la varianza y deviación estándar. Posteriormente, se realizarán histogramas de los valores obtenidos para sobreponerlos y determinar la desviación estándar de cada uno. Para tomar el valor de producción per cápita de la caracterización de residuo sólidos se realizó un análisis de los histogramas con este procedimiento se aseguró que el valor obtenido refleje a cada producción per cápita de las viviendas caracterizadas.

Para corroborar los procedimientos realizados y datos obtenidos de este procedimiento se utilizó el programa estadístico *Statistical Package for the Social*

Sciences denominado SPSS por sus siglas en inglés, la versión utilizada fue la IBM SPSS 23. Este programa también proporción los histogramas requeridos para el análisis.

2.6. Diseño del sistema de GIRS

El presente proyecto tiene como finalidad diseñar un modelo de sistema participativo de Gestión Integral de Residuos Sólidos para mejorar la calidad de vida de los pobladores de la comunidad de “El Porvenir”. El sistema de gestión integral que se propone vincula a los habitantes de esta comunidad para que las diferentes etapas que comprende se desarrollen eficientemente.

El análisis estadístico de la producción per cápita y la obtención de los valores de la densidad cumplieron una función importante dentro del diseño del sistema pues a partir de estos se determinó varios de los elementos / equipos requeridos. Otro papel importante fue la conformación de los promotores comunitarios ambientales que ayudaran en la organización de los pobladores y del correcto funcionamiento del sistema.

Las etapas que se proponen para este sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos se ajustan a los recursos existentes en la comunidad y a los requerimientos de sus habitantes expresadas por los promotores comunitarios ambientales. Cabe mencionar que al sistema se incorporaron alternativas de aprovechamiento ya que la comunidad no dispone de una correcta disposición final de residuos por lo que disminuir la cantidad de residuos que puedan esparcirse es un proceso indispensable para mantener limpios los hogares de los habitantes.

Se proponen las siguientes etapas para el sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos, las cuales son:

- **Generación de residuos sólidos:** con ayuda de la caracterización de residuos sólidos de determinó el tipo de residuos que los pobladores de la comunidad generan habitualmente. Dependiendo de la cantidad de los residuos se propondrá una separación en origen de estos.

- **Almacenamiento temporal:** con la determinación de la densidad se pudo determinar el volumen requerido de los contenedores para un determinado tiempo.
- **Transporte:** se estableció opciones de lanchas con la capacidad suficiente para realizar el trasporte de los residuos con un número de viajes reducido.
- **Alternativas de aprovechamiento:** al conocer la producción per cápita de los residuos se pudo conocer la cantidad de residuos sólidos que se incluirán en las mismas.
- **Disposición final:** el sistema de gestión propone el traslado de los residuos hasta la comunidad de "El Progreso", para que posteriormente el municipio del cantón sea quien disponga adecuadamente de los residuos.

Con estas etapas propuestas se plantea solucionar los problemas de manejo de residuos sólidos que la comunidad posee. Cabe mencionar que el sistema se ajustó a para ofrecer un presupuesto asequible que promueva una inversión por parte los municipios responsables u organizaciones sin fines de lucro.

2.7. Elaboración del presupuesto referencial para implementación del sistema de GIRS

El análisis económico que se expone en el presente trabajo será solo una cuantificación de los valores comerciales que poseen los elementos/equipos que el sistema requiere para funcionar adecuadamente en el trascurso de un año fiscal. En el mismo se incluyó los requerimientos de las alternativas propuestas, así como el de una opción de una lancha seleccionada para el trasporte de residuos.

Para realizar estudios más factibles de la parte económica del sistema propuesto es necesario la realización de un documento específicamente para este tema, el cual no se encuentra dentro de los objetivos propuestos para este trabajo.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

Luego de haber aplicado las técnicas metodológicas presentadas en el capítulo anterior se obtuvieron los siguientes resultados:

3.1. Levantamiento de la línea base

Por los acontecimientos ocurridos en el mes de Febrero – Abril del 2018 en la frontera norte de Ecuador con Colombia, específicamente en el Cantón San Lorenzo de la provincia de Esmeraldas, en donde miembros de la ex Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia (FARC) secuestraron a tres periodistas ecuatorianos de un diario de Quito y posteriormente a una pareja de comerciantes de la ciudad de Santo Domingo de los Colorados (Diario El Comercio, 2018), se limitó la estadía de las visitas de campo en la comunidad de ¨El Porvenir¨ se imposibilitó la realización del cuarto viaje como se detalla en el **Anexo I**.

Pese a las circunstancias la obtención de información y actividades propuestas en campo no fueron afectadas por dichas actividades, pues se tuvo una buena acogida en la comunidad de ¨El Porvenir¨ y las actividades planificadas no sufrieron alteraciones. Los resultados empezaron a evidenciarse desde el levantamiento de la línea base en cuanto a los residuos sólidos *In Situ.*

De la división de la comunidad en bloques se obtuvo tres zonas a las cuales se las codificó con las letras A, B y C; el bloque B contiene la zona comercial y es la que se encuentra más próxima a las orillas del río; los bloques A y C contiene la parte domiciliaria de la comunidad. La división de los bloques se encuentra representada en el **Anexo VIII** en un croquis referencial representado en AutoCad versión 2018 para facilitar su visualización y comprensión de la estructura de la comunidad.

Mientras tanto los resultados obtenidos de la estimación de población y vivienda con ayuda de los voluntarios de la Fundación fue la siguiente, como se muestra en las **Tablas 7 y 8**, respectivamente.

TABLA 7. - NÚMERO DE VIVIENDAS ESTIMADAS EN LA COMUNIDAD DE ¨EL PORVENIR¨.

BLOQUES / VIVIENDAS	A	B	C	TOTAL
Casas habitadas	17	5	24	46
Casas vacías	2	1	2	5
Casas en construcción	3	0	0	3
Total	22	6	26	54

ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

TABLA 8. -NÚMERO DE HABITANTES ESTIMADOS DE LA COMUNIDAD DE ¨EL PORVENIR¨.

BLOQUE / GÉNERO	A	B	C	TOTAL
Mujeres	29	11	59	99
Hombres	33	10	61	104
Bebes 0-2	2	1	12	15
Total	64	22	132	218

ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

3.1.1. Observaciones

Las observaciones realizadas en la comunidad de ¨El Porvenir¨ fueron enfocadas en la parte física de la comunidad. Dichas observaciones fueron un complemento ideal para la descripción de los bloques, ya que se pudo detallar los sitios y lugares que la comunidad posee.

El bloque A está conformado en su mayoría por la zona domiciliaria, dentro de este bloque se puede distinguir dos tientas informales, que se encuentran en las viviendas de los pobladores, además cuenta con una iglesia que hasta la última visita en campo se encontró en completo abandono y una cancha de futbol construida de manera tradicional en donde ocasionalmente se realizan competencias deportivas con otras comunidades cercanas.

El bloque B abarca a la zona comercial, de él se pudo distinguir las siguientes áreas:

- **Área de entretenimiento**: dos discotecas ubicadas a los lados del muelle de la comunidad y una cancha estandarizada atrás de las viviendas del bloque A.

- **Área de depósitos:** 9 bodegas distribuidas a lo largo de la orilla río destinadas para el almacenamiento de coco y su posterior pelado.
- **Área educativa:** dos aulas y una cancha pequeña en donde funciona una escuela primaria.

El bloque C al igual que el bloque A se encuentra conformado por la zona domiciliaria, dentro de él también se pude encontrar una tienda informal y una iglesia la cual si está en funcionamiento.

Los lugares que se encuentran dentro de la comunidad de ¨El Porvenir¨ son rústicos y tratan de satisfacer las necesidades de la comunidad. En cuanto a las viviendas que existen en su mayoría son de madera, sin embargo, existen algunas que cuentan con paredes de ladrillo. Cabe mencionar que dentro de las observaciones realizadas en ninguno de los bloques se logró divisar un lugar destinado propiamente para el almacenamiento de los residuos sólidos y todos estos se encontraron dispersos en los alrededores.

3.1.2. Encuestas

Se realizaron un total de 46 encuestas es decir una por cada casa habitada, luego de procesar la información obtenida se obtuvieron los siguientes resultados:

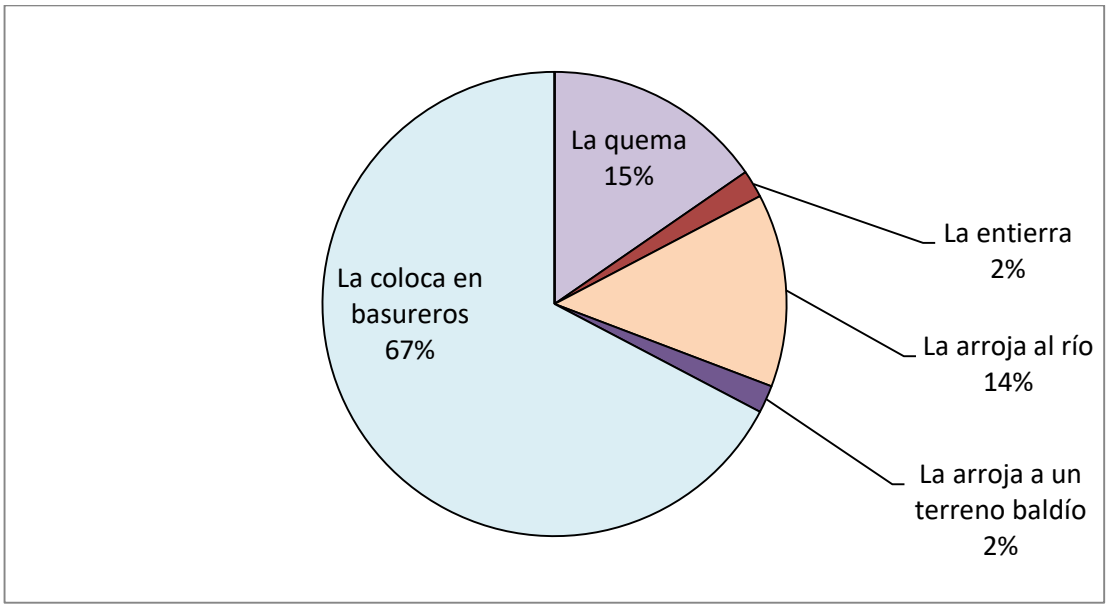
Pregunta 1: ¿Cómo elimina su basura en su casa?

Se formuló esta pregunta para determinar cuál es el destino final de los residuos sólidos de los hogares de la comunidad; todas las opciones que se presentaron (**Figura 12**) corresponden a lo que los habitantes de comunidades rurales suelen hacer para deshacerse de sus residuos sólidos. Aunque el 67% de los encuestados mencionó que coloca sus residuos dentro de los contenedores disponibles, estos no abastecen y como consecuencia las formas más comunes de deshacerse de ellos es quemarlos o arrojarlos al río, respuestas que tuvieron un 15% y 14% respetivamente.

Las formas de disposición final que predominan dentro de la comunidad no son las adecuadas, sin embargo, las realizan por la necesidad que poseen para mantener limpias sus viviendas. Posteriormente, esta pregunta servirá para encontrar soluciones

a este problema identificado pues al realizar estas actividades los pobladores contaminan su entono que en un futuro pueden perjudicar su salud.

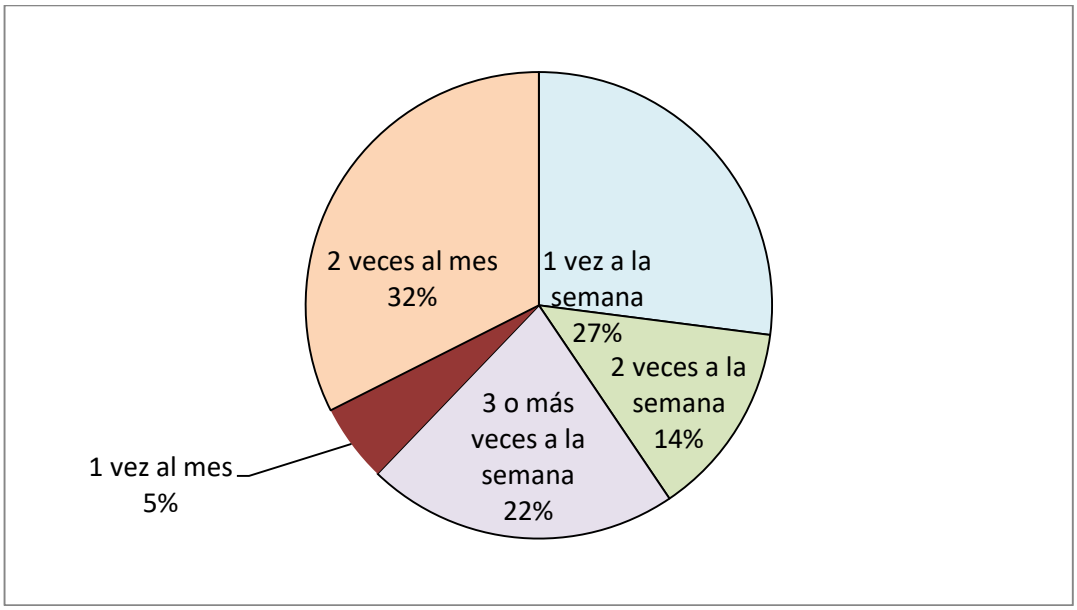
FIGURA 12. - RESULTADOS DE LA PREGUNTA 1 ¿CÓMO ELIMINA SU BASURA EN SU CASA?



ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

Pregunta 2: ¿Cada qué tiempo elimina la basura de su hogar?

FIGURA 13. - RESULTADO DE LA PREGUNTA 2 ¿CADA QUÉ TIEMPO ELIMINA LA BASURA DE SU HOGAR?



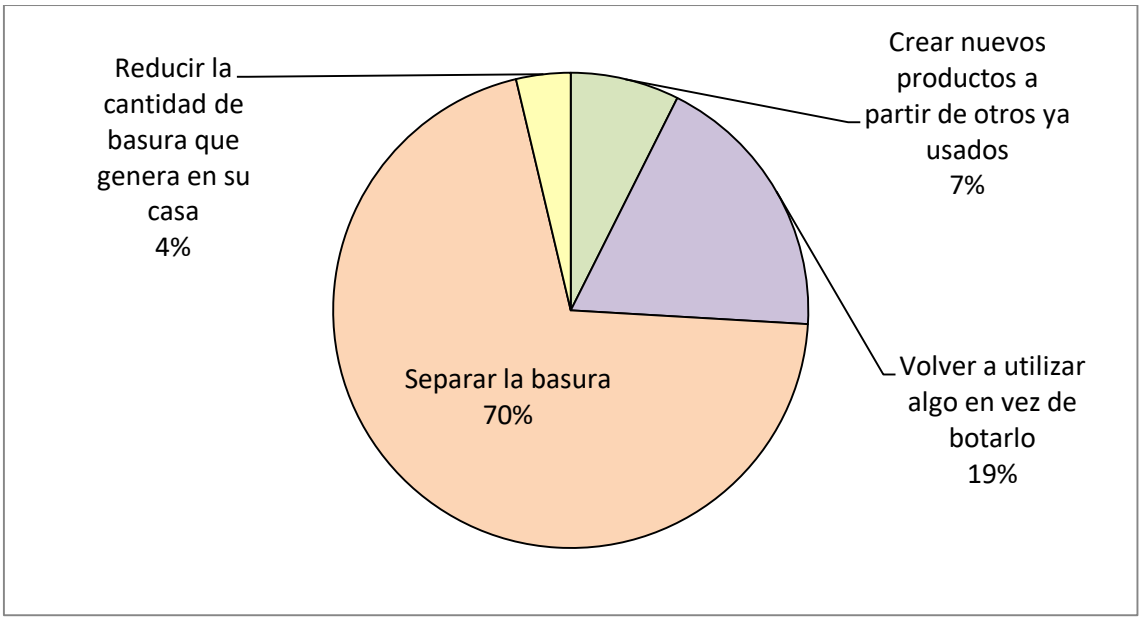
ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

Esta pregunta sirvió para determinar cada que tiempo los habitantes de la comunidad sacan sus residuos de sus hogares. El 32% de los habitantes expreso que saca sus residuos sólidos de sus viviendas 2 veces al mes que corresponden a cada 15 días; tiempo que se tomó en cuenta para el diseño de los contenedores, así como para el tiempo de vaciado y trasporte.

Pregunta 3: Sabe usted, ¿Qué es el reciclaje?

El 69% de las viviendas encuestadas afirmó saber que significa el reciclaje, mientras que el 30,76% no conoce de qué se trata. Al 69% de las personas que es el reciclaje se les realizó otra pregunta para conocer cuál es la noción que poseen sobre este tema para obtener así el siguiente resultado:

FIGURA 14. -RESULTADOS DE LA PREGUNTA 3 ¿CUÁL DE LAS SIGUIENTES OPCIONES ENTIENDE POR RECICLAJE?



ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

Se utilizaron términos semejantes para determinar cuál de ellos corresponde a las ideas sobre reciclaje que tienen los pobladores de la comunidad, para lo cual el 70% de ellos deduce que reciclar es separar la basura. Posteriormente se direccionará la idea que tienen sobre reciclaje en las capacitaciones y talleres para el grupo de promotores ambiéntale.

Pregunta 4: ¿Cree que es importante que la comunidad se mantenga limpia para evitar enfermedades y plagas?

El 100% de encuestados confirmaron la importancia de mantener limpia la comunidad para evitar enfermedades y plagas. Este resultado permite conocer que los habitantes son conscientes de los riesgos a los que se exponen con el mal manejo que tiene los residuos sólidos. Otra de las respuestas que mencionaron fue que desean ver limpia y ordenada la comunidad para brindar una buena imagen a visitantes de otras comunidades.

Pregunta 5: ¿Le gustaría formar parte del grupo dedicado al reciclaje en su comunidad?

De los participantes encuestados el 94,60% contestó de forma positiva a la iniciativa de formar parte de un grupo dedicado al reciclaje de la comunidad; es decir, un grupo de promotores comunitarios ambientales. Se pudo observar que la mayor parte interesada a incluirse en la iniciativa son mujeres.

3.1.3. Entrevistas

Se estimó realizar 30 entrevistas entre actores claves, personas interesadas e instituciones encargadas del manejo de residuos sólidos en la zona. Las personas a las que se les realizo las entrevistas fueron: dueños de locales comerciales de la comunidad, representantes de instituciones públicas, personas con conocimiento en manejo de residuos en la comunidad y organizaciones sin fines de lucro.

En ocasiones los miembros de las instituciones públicas se encontraban con mucha carga laboral por lo que tratar de dialogar con ellos fue imposible, por tal motivo se logró realizar 24 entrevistas, es decir se llegó al 80% de cumplimiento. Las entrevistas realizadas se detallan en la **Tabla 9.**

En las respuestas de los entrevistados se pudo determinar que la mala gestión del servicio de recolección de residuos sólidos que tiene el municipio del Cantón San Lorenzo en las poblaciones rurales es por falta de medios de trasporte para llegar a dichas zonas. Otro factor que expresaron es la falta de servicios en las comunidades

generada por desacuerdos políticos que benefician a unas comunidades y perjudican a otras por no estar de acuerdo con el régimen establecido.

TABLA 9. - DETALLE DE LAS ENTREVISTAS REALIZADAS.

ENTREVISTAS	No. EJECUTADOS
Actores involucrados e interesados	20
Locales comerciales (tiendas y discotecas)	3
Instituciones educativas	1
Total	24

ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

En general los pobladores expresaron su emoción y aceptación de la realización del presente trabajo pues solucionaría el problema que tienen con los residuos sólidos y con la coordinación entre los habitantes quienes no cuentan con un representante oficial de la misma.

3.1.4. Estimación de residuos sólidos

Para esta actividad se tomaron las muestras de las 46 viviendas habitadas de la comunidad de ¨El Porvenir¨, es decir una muestra total de la población seleccionada para los 3 días de estimación de los residuos sólidos. Los resultados obtenidos de los promedios realizados por cada día de estimación y del promedio representativo de los 3 días se encuentra resumido en la **Tabla 10**.

Los habitantes de la comunidad produjeron un total de 168,77 kg de residuos sólidos durante los 3 días que se realizó el muestreo. En la estimación de residuos sólidos se determinó que la composición típica de estos no varía en comparación con otros estudios realizados en Ecuador, pues la fracción orgánica sigue siendo la de mayor cantidad seguida de la fracción no reciclable. Con estos resultados obtenidos se pueden plantear alternativas de aprovechamiento para un tiempo definido por la cantidad de generación de cada tipo de residuo.

TABLA 10.- MASA DE RESIDUOS SÓLIDOS RECOLECTADOS.

TIPO DE RESIDUO	MASA (Kg) DÍA 1	MASA (Kg) DÍA 2	MASA (Kg) DÍA 3	MASA TOTAL (Kg)
Vidrio	1,00	1,00	1,80	3,80
Plástico Reciclable	6,39	7,95	6,70	21,04
Cartón	5,15	3,35	3,05	11,45
Orgánico	19,69	20,76	21,35	61,80
Papel	3,45	2,75	2,45	8,65
Madera	0,95	1,65	0,75	3,35
Metal (Enlatados)	2,50	2,80	2,85	8,15
No Reciclables	13,17	12,85	14,95	40,87
Tetra pack	2,50	3,16	4,00	9,66
TOTAL				168,77

ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

En esta actividad también se pudo evidenciar la presencia de una gran cantidad de viruta de coco en los alrededores de la comunidad. Mediante entrevistas realizadas a los pobladores de la comunidad se determinó que una de las actividades económicas principales en la comunidad es la pela de coco, por tal motivo se pelan alrededor de 5 000 cocos por semana los cuales se diferencian en seis tamaños característicos siendo los siguientes expresados en la **Tabla 11.**

TABLA 11.- PRODUCCIÓN DE VIRUTA DE COCO.

TAMAÑO DE COCO	No. DE COCOS / COSTAL	COSTALES /SEMANA	COCOS PELADOS /SEMANA	VIRUTA kg /SEMANA
Grande	85	8	680	81,60
Mediano	100	7	700	84,00
Parejo	120	10	1200	144,00
Manila	150	9	1350	162,00
Chico	180	6	1080	129,60
TOTAL	635	40	5010	601,20

ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

El peso de la viruta por cada coco es de 0,12kg y en total a la semana se producen 601,20kg de 5 000 cocos. Con esta cantidad de generación de la viruta de coco también se puede proponer alternativas para su aprovechamiento y así contribuir a la limpieza y orden de la comunidad.

3.1.5. Identificación de actores

La carencia de una organización interna dentro de la comunidad es el ambiente social en el cual se desarrolla y el que se pudo constatar mediante las observaciones realizadas. Sin embargo, los habitantes mencionaron que existen personas influyentes a las cuales se les toma en cuenta para la realización de cualquier actividad que se vaya o se piense realizar dentro de la comunidad.

Dentro del manejo de residuos sólidos se identificaron varios actores los cuales se los describe a en la **Tabla 12**. Las calificaciones fueron asignadas de conforme con las percepciones que se tuvieron de acuerdo con las acciones y opiniones mostradas por el entrevistado, por consiguiente, se obtuvieron los siguientes resultados mostrados en la **Tabla 13.**

TABLA 12. - LISTA DE ACTORES CLAVE IDENTIFICADOS.

ACTORES CLAVE	DESCRIPCIÓN
Ministerio del Ambiente (MAE)	Autoridad competente que se encarga de controlar y regular los procesos ambientales a nivel nacional.
Asociación de Municipios de Ecuador (AME)	Entidad que se encarga de la interrelación entre los municipios nacionales para compartir información, experiencias y proyectos.
Municipio del Cantón San Lorenzo	Autoridad del cantón San Lorenzo encargada de realizar proyectos para el mejoramiento y bienestar de los ciudadanos con las normativas vigentes.
Fundación Apoyando Ecuador	Organización sin fines de lucro que ayuda a comunidades rurales de la costa ecuatoriana en su desarrollo social.
Empresa Waylla	Empresa privada que utiliza la viruta de coco y de plátano para reutilizarlos en la fabricación de macetas biodegradables.

Comunidad de El Progreso	Comunidad rural cercana a la población de San Lorenzo que cuenta con el servicio de recolección de residuos sólidos frecuentemente.
Comunidad de El Porvenir	Comunidad rural que no cuenta con servicios básicos por su difícil acceso y que además cuenta con graves problemas del manejo de residuos sólidos.

ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

TABLA 13. - MATRIZ DE PODER VS. INTERÉS DE ACTORES CLAVE.

ACTORES CLAVE	PODER	INTERÉS	RESULTADOS Interés vs. Poder
Ministerio del Ambiente	Alto	Bajo	ATENCIÓN
Asociación de Municipalidades de Ecuador	Alto	Bajo	ATENCIÓN
Municipio del Cantón San Lorenzo	Bajo	Bajo	SIN PROBLEMAS
Fundación A poyando Ecuador	Bajo	Alto	MITIGANTE
Empresa Waylla	Bajo	Alto	MITIGANTE
Comunidad de El Porvenir	Bajo	Alto	MITIGANTE

ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

A aquellos actores que calificaron como ATENCIÓN, se las debe mantener al tanto oficialmente de los problemas que afectan a la comunidad, tal información se la puede realizar mediante la realización y entrega de oficios o informes técnicos para que las autoridades hagan un llamado de atención a la entidad responsable de la Gestión Integral de Residuos Sólidos en el Cantón San Lorenzo.

Para el Municipio del Cantón San Lorenzo, el cual calificó como SIN PROBLEMA, al ser una institución municipal debe mostrar más preocupación no solo en las zonas urbanas del cantón, sino también en las rurales. El Municipio debe satisfacer las necesidades en cuanto a los servicios básicos que no poseen los pobladores para que puedan tener una buena calidad de vida conforme lo menciona la Constitución de la

República del Ecuador o a su vez proponer alternativas que se ajusten a sus necesidades y solucionen los problemas que tienen.

A las demás instituciones calificadas como MITIGANTE se debe aplicar técnicas para que mantengan su interés en el proyecto, pues son quienes pueden involucrar a la más gente incluso mantener el proyecto en funcionamiento constante.

3.1.6. Organización de promotores ambientales

La pregunta 5 de la encuesta realizada hace referencia al deseo de conformar un grupo de personas interesados en el bienestar de la comunidad, dicho resultado reflejaba un 95% aceptación. Según esta encuesta se esperaba que la mayoría de los habitantes asista a la reunión a la cual se les invitó en realización de la estimación de vivienda y población, sin embargo, quienes asistieron fueron 8 personas, las cuales son mencionadas en la **Tabla 14.**

TABLA 14. - PERSONAS INTERESADAS EN SER PROMOTORES AMBIENTALES.

NOMBRE	NÚMERO DE CONTACTO	CÓDIGO DE VIVIENDA	EDAD
Sra. Esperanza Gómez	986851812	A7	48 años
Sra. Elsa Villota	981559661	C2	34 años
Sra. Janeth Escobar	-	C21	36 años
Sra. Josefina Valencia	967819584	A3	74 años
Sra. Magaly Sánchez	981478879	C14	35 años
Sra. Doris Ferrin	988293201	A12	52 años
Sra. Lucia Méndez	-	C8	27 años
Bryan Rincones	-	C24	12 años

ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

Este grupo de personas fueron quienes asistieron continuamente a los talleres y capacitaciones que se impartieron. Los talleres y capacitaciones realizadas al grupo de promotores ambientales se detallan a continuación en la **Tabla 15**; cabe mencionar que para la descripción de los temas de las actividades realizadas en el presente documento se utilizaron términos técnicos.

TABLA 15. -ACTIVIDADES Y TEMAS IMPARTIDOS AL GRUPO DE PROMOTORES AMBIENTALES.

ACTIVIDAD	TEMAS TRATADOS NOMBRE TÉCNICO
Talleres participativos	Identificación de problemas de acumulación de residuos sólidos en la comunidad. Selección de recipientes para el almacenamiento de los residuos sólidos. Identificación de problemas generados por mala gestión de residuos sólidos. Separación diferenciada de residuos sólidos. Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos propuesto.
Capacitaciones	Tipos de residuos sólidos domiciliarios Almacenamiento adecuado de los residuos sólidos. Residuos sólidos reciclables. Sistema adecuado de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
Retroalimentación	Temas tratados en talleres y capacitaciones

ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

Se impartieron estos talleres y capitaciones con el objetivo de comunicar e involucrar al grupo de promotores ambientales en la gestión de residuos sólidos y posteriormente con el sistema propuesto el cual cuenta con alternativas para el aprovechamiento de los mismos. Con la conformación del grupo de promotores ambientales también se espera tener una mejor organización con los pobladores de la comunidad.

3.1.7. Identificación de problemas de GIRS

El mayor problema determinado en la comunidad fue la ausencia de una directiva que se responsabilice y tome decisiones para el bienestar de la comunidad. La carencia de un presidente o representante oficial de la comunidad impide que se pueda establecer compromisos y responsabilidades con los habitantes.

Dentro de los talleres y capacitaciones realizadas se pudo evidenciar una notable falta de conocimiento e información sobre los correctos procesos que conlleva la Gestión Integral de Residuos Sólidos, así como la ausencia de los derechos y obligaciones que debe proporcionar el Municipio del Cantón San Lorenzo como lo señala la normativa

nacional en el Código Orgánico Ambiental y Texto Unificado de Legislación Secundaria y Medio Ambiente.

Una vez que se obtuvo las ideas de los promotores ambientales sobre los problemas del manejo de residuos sólidos (**Figura 15**), se procedió a ordenarlas para determinar el efecto (problema central) al que conllevan en los diagramas de Ishikawa (**Anexo IX**).

FIGURA 15. - LLUVIA DE IDEAS DE PROBLEMAS DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS.

No existe suficientes tachos para los residuos sólidos.
No existe una persona que recoja los residuos sólidos
Es dificil sacar los residuos de la comunidad.
Los pobladores no saben que residuos pueden ser aprovechables.
Los pobladores sienten que no tiene apoyo del Municipio
No existe una persona acargo de la comunidad
La gente quema sus residuos
Existen perros y vacas sueltas por toda la comunidad
Falta de economia en la comunidad
Desconocimiento de derechos y obligaciones de los pobladores.
Contaminacion ambiental por elimanar sus residuos

ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

Posteriormente se detalló a cada problema central, enfatizando las observaciones realizadas en la comunidad, además se las corroboro la información con las entrevistas y encuestas realizadas, de esta forma se obtuvieron los siguientes problemas centrales:

3.1.7.1. Problemas de recolección de residuos sólidos

La preocupación que tienen los pobladores es la de no tener opciones para eliminar los residuos que se generan en sus domicilios debido a que dentro de la comunidad no existe una recolección apropiada y diferenciada de los mimos. El grupo de promotores ambientales expreso que no existen tachos suficientes para realizar una separación de los residuos exteriormente, así como un número adecuado para que satisfaga las

necesidades de los pobladores. Esto ha ocasionado que la mayor parte de los residuos terminen dispersos en los alrededores como en terreno baldíos e incluso dentro de los cuerpos de agua cercanos.

La recolección de residuos sólidos dentro de la comunidad se torna en una tarea tediosa y larga para quien la realiza principalmente por la dificultad de movilidad, debido a que solo existe un solo camino pavimentado a lo largo de la comunidad que no llega a las partes con vegetación de la zona e inclusive a las viviendas más alejadas de la comunidad. Esta tarea generalmente la realizaban personas contratadas por la municipalidad del Cantón San Lorenzo quienes mediante una entrevista expresaron que por escasez de recursos económicos sus contratos se los realizan por períodos cortos y muchas de las veces a la comunidad era olvidada por las autoridades.

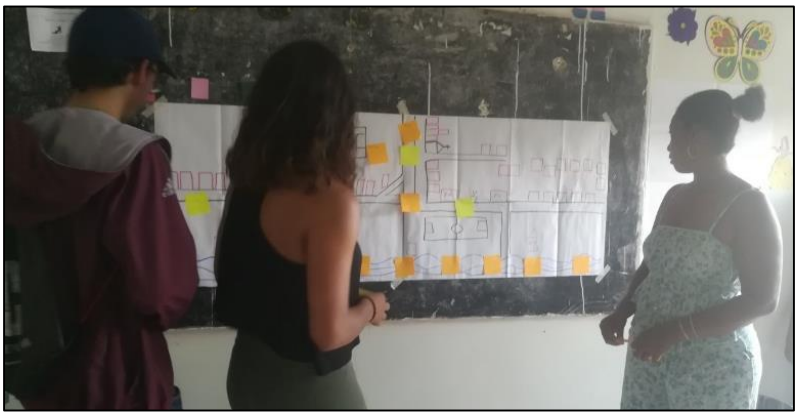
3.1.7.2. Problemas de almacenamiento temporal de los residuos

Dentro de la comunidad no existen lugares técnicamente aptos para mantener o agrupar los residuos por un periodo de tiempo. En las entrevistas y en la realización de los talleres participativos se reveló que una forma de acumulación temporal de los residuos era a través del uso de costales, los cuales se aglomeran cerca del muelle de forma espontánea. Los costales permanecen en ese lugar hasta que se presentara algún habitante dueño de un bote que decidiera transportarlos hasta “El Progreso” de forma voluntaria.

El grupo de promotores ambientales realizó un croquis de la comunidad en tamaño A1 con la finalidad de identificar los lugares de mayor acumulación de residuos sólidos con la participación de los habitantes, como se muestra en la **Figura 17**.

Los participantes utilizaron los *stick* notes de colores en el mapa, siendo el color naranja la representación de los puntos de acumulación de los residuos sólidos en los alrededores. Mientras tanto las *stick notes* de color amarillo representaron los contenedores de residuos que la comunidad posee, los cuales según expresaron los habitantes no satisfacen la generación semanal.

FIGURA 16. - IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS DE GIRS EN EL CROQUIS POR EL GRUPO ASPIRANTE A PROMOTORES AMBIENTALES.



FUENTE: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

Los animales domésticos como perros y vacas existentes en la comunidad se acercan con facilidad para desgarrar los costales que se encuentran expuestos al aire libre convirtiéndolos en un factor que dificulta el almacenamiento improvisado de los residuos y aumenta la dispersión de los mismos. Estos animales mantienen un contacto directo especialmente niños y adolescentes, aunque en los períodos de estadía en la comunidad ninguna persona comentó alguna muerte o enfermedad por insalubridad la Organización de Mundial de Salud no aconseja este tipo de ambientes.

Cabe mencionar, que el lugar destinado para el almacenamiento improvisado de los costales no cuenta con un recubrimiento y techo lo ocasiona que en época de invierno los residuos queden expuestos al agua y se generen lixiviados, los cuales escurren directamente en el suelo y al río de la comunidad.

3.1.7.3. Problemas de evacuación de residuos

La evacuación de los residuos sólidos es uno de los problemas que más afecta a la comunidad y tiene serios problemas debido a que no existen botes adecuados que sean capaces de trasladar los residuos generados en quince días o inclusive de una sola semana. Cabe mencionar que el uso de botes alquilados con capacidad necesaria para el traslado de residuos sólidos representa un mayor gasto económico sumado al consumo de combustible y el número de viajes.

Cuando los residuos sólidos son trasportados a la comunidad de ¨El Progreso¨, los habitantes de este lugar expresan sus molestias y no permiten que dejen sus residuos ahí pues inclusive en este lugar la recolección puede llegar a fallar. Usualmente la recolección de residuos municipal se la realiza los días miércoles en una volqueta color amarilla y no cuenta con un horario fijo.

3.1.7.4. Problemas de disposición final de los residuos

La eliminación de residuos se realiza de forma independiente, es decir que cada familia improvisa formas para deshacerse de sus residuos sólidos como quemarlos, botarlos o enterrarlos. Estas son malas prácticas ambientales, de modo que aparte de contaminar el ambiente, posteriormente puede causar problemas a la salud de los pobladores por su acumulación y dispersión.

Mediante las encuestas realizadas se determinó que el 67% de los pobladores colocan sus residuos en los contenedores existentes, mismos que no abastecen la demanda, por consiguiente, si existieran más contendores de residuos sólidos en la comunidad, los pobladores no recurrían a arrojar sus desechos en zonas adyacentes y de esta manera dispondrían de mejor manera sus desechos.

Lo que se propone dentro del sistema es dar una alternativa a la mala disposición de residuos sólidos existentes en la comunidad, pues dentro del Cantón San Lorenzo existe un relleno sanitario a la cual se envían todos los residuos recolectados.

3.2. Análisis y determinación de requerimientos para el sistema de GIRS

Luego de haber levantado la información de la línea base en cuanto al manejo de residuos sólidos, se procesó y analizó los datos obtenidos para determinar los problemas que enfrenta la comunidad. Posteriormente se determinaron los equipos/ elementos necesarios para cubrir las necesidades de la comunidad a un mediano plazo hasta que este pueda sustentarse por sí solo.

3.2.1. Determinación y análisis de la producción per cápita

Luego de determinar la producción per cápita de las 46 viviendas de la comunidad y de realizar los promedios respectivos, se obtienen los siguientes resultados:

TABLA 16. PROMEDIO DE LA PRODUCCIÓN PER CÁPITA DE CADA VIVIENDA

CASA	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3
A1	0,50	0,49	0,44
A2	0,22	0,22	0,20
A3	0,10	0,23	0,29
A4	0,08	0,20	0,20
A5	0,35	0,55	0,60
A6	0,20	0,23	0,18
A7	0,39	0,70	0,32
A8	0,55	0,60	0,75
A9	0,44	0,46	0,40
A10	0,39	0,18	0,16
A11	0,35	0,48	0,46
A12	0,20	0,44	0,30
A14	0,61	0,40	0,35
A15	0,39	0,32	0,36
A16	0,95	0,60	1,75
A17	0,40	0,50	0,40
A18	0,52	0,22	0,28
B1	0,70	1,00	0,65
B2	0,20	0,50	0,55
B3	0,62	0,33	0,21
B4	0,11	0,15	0,20
B5	0,14	0,23	0,13
C1	0,34	0,31	0,29
C2	0,09	0,12	0,25
C3	0,10	0,25	0,28
C4	0,19	0,19	0,18
C5	0,18	0,15	0,07
C6	0,30	0,30	0,27
C7	0,29	0,29	0,18
C8	0,25	0,25	0,20
C9	0,60	0,16	0,17
C10	0,29	0,29	0,17
C11	0,20	0,13	0,16
C12	0,90	0,21	0,82
C13	0,05	0,27	0,34

C14	0,25	0,34	0,50
C15	0,20	0,28	0,25
C17	0,10	0,10	0,10
C18	0,36	0,35	0,38
C19	0,24	0,24	0,23
C20	0,23	0,23	0,23
C21	1,25	0,95	0,80
C22	0,13	0,15	0,22
C23	0,25	0,15	0,30
C24	0,25	0,15	0,27
C25	0,13	0,15	0,20

FUENTE: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.
ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

Con los promedios de cada día se determinaron los rangos y marcas de clase como se muestra en el **Anexo X**, con estos valores se estableció una serie de frecuencias con rangos de 0,11. Al finalizar este procedimiento se obtuvo el valor de las medias, varianzas y desviación de cada día, las cuales se presentan en el **Anexo XI** y de una forma más resumida en la siguiente tabla.

TABLA 17.- MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL OBTENIDAS POR CADA DÍA DE ESTIMACIÓN.

	DÍA 1	**DÍA 2**	**DÍA 3**
Media	0,350	0,320	0,354
Varianza	0,062	0,043	0,075
Desviación	0,249	0,207	0,273

ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

Con ayuda del programa IBM SPSS 23.0 se obtuvieron los siguientes histogramas representados en las **Figuras 18, 19 y 20** respectivamente. En la siguiente tabla se puede observar la relación existente entre la media y la deviación estándar obtenidas:

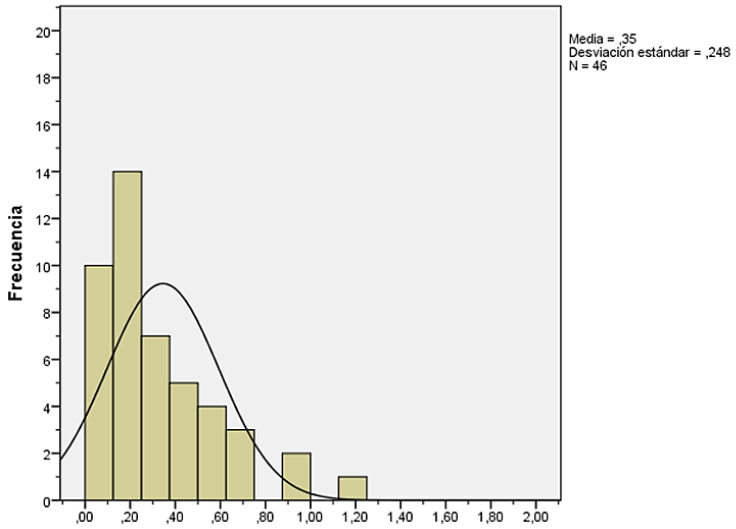
TABLA 18.- RELACIÓN DE LAS MEDIAS CON LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA PRODUCCIÓN PER CÁPITA.

	DIA 1	**DIA 2**	**DIA 3**
Media	0,35	0,32	0,35
Desviación estándar	0,248	0,207	0,273

ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

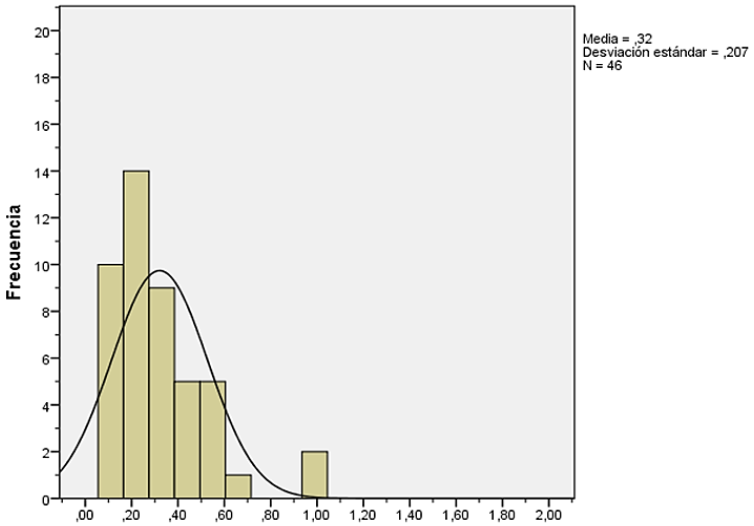
Medidas como la medias y la desviación estándar, mostradas en las **Figuras 17, 18 y 19**, tienen valores cercanos entre sí, por lo que se puede realizar un promedio de las medias estimadas mediante el análisis de los picos máximos de la curva de distribución de probabilidad de producción per cápita de los tres días caracterizados, el cual es un valor que presentan una baja variabilidad en el tiempo y puede ser utilizado como valor base para realizar el diseño del Sistema de GIRS.

FIGURA 17.- HISTOGRAMA DE LA PRODUCCIÓN PER CÁPITA DEL DÍA 1.



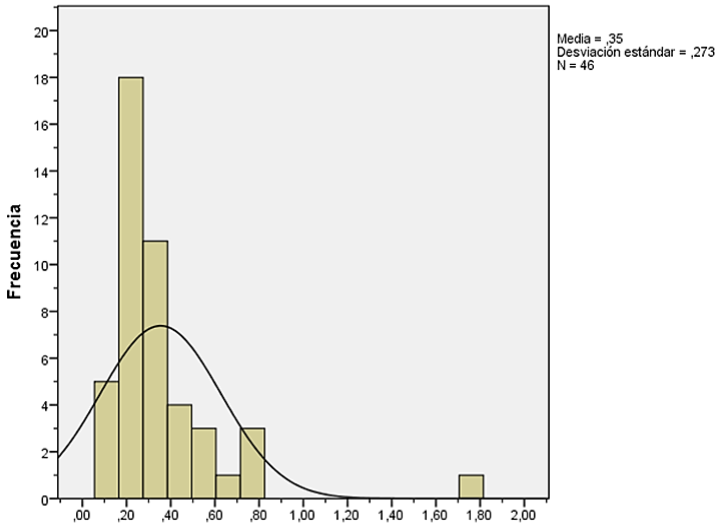
ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

FIGURA 18. HISTOGRAMA DE LA PRODUCCIÓN PER CÁPITA DEL DÍA 2.



ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

FIGURA 19.- HISTOGRAMA DE LA PRODUCCIÓN PER CÁPITA DEL DÍA 3.

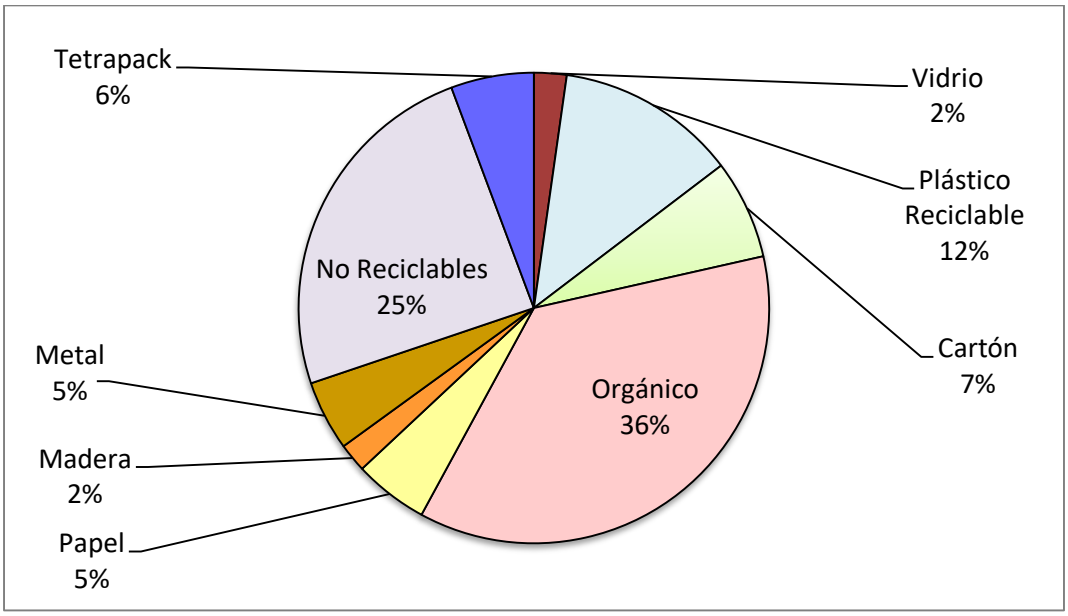


ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

Con las desviaciones se comprueba que el valor determinado de la producción per cápita es el que mejor representa el promedio de la diferencia existente entre los valores por cada vivienda y la media determinada. Este análisis realizado disminuye el porcentaje de error en los cálculos posteriores para el diseño del sistema, de esta manera se obtiene la producción per cápita correspondiente a 0,34 kg/hab * día, en donde la composición típica de estos residuos se detalla en la **Figura 20**.

Se realizó la comparación del valor de producción per cápita rural que se especifica en el "*Estudio de Factibilidad y Diseño Definitivo del Manejo y Disposición Final de los Desechos Sólidos para el Cantón San Lorenzo, 2014*", que fue de 0,62 kg/hab * día con el valor obtenido en la comunidad de "El Porvenir" que es de 0,34 kg/hab * día, valores que difieren por 0,30 kg/hab * día. El valor de la diferencia de las producciones per cápita varían debido que el presentado por el municipio corresponde a un valor global de todas las comunidades rurales pertenecientes a este cantón por lo que no representa el valor real de cada comunidad; y el obtenido en el presente trabajo es netamente de la comunidad de ¨El Porvenir¨ y representa la realidad encontrada en la misma.

FIGURA 20.- COMPOSICIÓN TÍPICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.



ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

3.2.2. Determinación y análisis de la densidad de residuos sólidos

De la casa elegida aleatoriamente, resulto ser elegida la casa A12, se obtuvieron los siguientes resultados expresados en la **Tabla 19**.

TABLA 19.-DENSIDAD DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.

TIPO DE RESIDUO	PESO (kg)	MEDIDAS DE LOS RESIDUOS EN EL RECIPIENTE			VOLUMEN (m^3)	DENSIDAD (kg/ m^3)
		Alto (m)	Largo (m)	Ancho (m)		
Vidrio	1,10	0,10	0,10	0,10	0,001	1100,00
Orgánicos	1,10	0,09	0,25	0,32	0,007	152,78
No reciclable	1,25	0,12	0,22	0,32	0,008	147,96
Papel	0,10	0,09	0,3	0,32	0,009	11,57
Cartón	0,15	0,08	0,45	0,32	0,012	13,02
Plástico reciclable	0,20	0,16	0,26	0,32	0,013	15,02
Madera	0,30	0,04	0,3	0,32	0,004	78,13
Latas de metal	0,15	0,05	0,08	0,32	0,001	117,19
Tetra pack	0,25	0,05	0,2	0,32	0,003	78,13

ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

En la documentación compartida por el municipio del Cantón San Lorenzo del "*Estudio de Factibilidad y Diseño Definitivo del Manejo y Disposición Final de los Desechos Sólidos para el Cantón San Lorenzo, 2014*", presenta una densidad promedio de 262, 05 kg/m^3 de toda la población de la cabecera cantonal de su mismo nombre. Sin embargo, no presentan densidades diferenciadas para poblaciones urbanas o rurales y mucho menos las consideraciones tomadas en cuenta para la obtención de este resultado.

En el documento denominado Reciclado y Tratamiento de Residuos Sólidos de España se presenta valores típicos de la densidad (**Anexo XI**) (Sáenz et al., 2008), los cuales difieren con los valores obtenidos. Estas diferencias se dan debido a que España es un país desarrollado que cuenta con diferencias sociales, económicas, tecnológicas, entre otras, en comparación a nuestro país y más aún con las zonas rurales.

A continuación, se detallan las condiciones en las cuales se encontraron los residuos sólidos para obtener los resultados mostrados en la **Tabla 19**.

- **Vidrio:** al momento de realizar el pesaje de este residuo se pudo verificar que este se encontraba muy fragmentado y pertenecía a botellas, vasos y ventanas. De tal manera su peso aumentó y careció de espacios vacíos, lo que aumentó su densidad.
- **Orgánicos:** se encontró en su mayoría restos de verduras como cáscaras de plátano, naranja, limón, calandro, pimiento, perejil, entre otros y restos de comida, mismos que debido a la humedad que presenta la zona ya se encontraban en proceso de descomposición.
- **No reciclables:** en su mayoría se encontraron pañales desechables, vajilla desechable y residuos de uso personal como papel higiénico, toallas femeninas. Los pañales desechables fueron los que más contribuyen al aumento del peso y volumen.
- **Papel:** este residuo se lo encontró estrujado lo que aumento su volumen, además al encontrase mezclado con los demás residuos este contó con un gran porcentaje de humedad lo que también contribuyó al aumento de su peso.
- **Cartón:** se encontró pedazos de cartón con el mismo estado que se encontró el papel, lo que aumento su peso y volumen.

- **Plástico reciclable:** las botellas plásticas encontradas no tenían una uniformidad en su estado, se encontraron unas compactadas y otras sin compactación. La situación en la que se encontraron este tipo de residuo aumentó el volumen de este.
- **Madera:** se encontraron astillas de madera, no pedazos grandes o significantes. Esto ocasionó el aumento del volumen por la generación de mayor espacio.
- **Latas de metal:** generalmente este residuo correspondía a latas de aluminio de envases de atún y sardinas.
- **Tetra pack:** este residuo provenía del refrigerio que el ministerio de educación proporciona a la escuela ubicada en la comunidad. Estos envases tienen una forma peculiar de pirámide lo que amentó su volumen.

3.2.3. Determinación del diseño de recipientes para los residuos sólidos

Con la determinación de la estimación y la densidad de residuos sólidos de la comunidad de ¨El Porvenir¨ se pudo determinar 2 opciones de contenedores (**Tabla 20**) con ruedas que se adecuan a las necesidades de la comunidad; sin embargo, se los presentó al grupo de promotores ambientales para que ellos selección la más conveniente previa discusión de las opciones.

TABLA 20. - OPCIONES DE RECIPIENTES PARA EL ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS.

	OPCIÓN 1	**OPCIÓN 2**
	CARACTERÍSTICAS	
Capacidad (litros)	360	1 110
Capacidad de carga (kg)	160	440
Alto (cm)	110	129
Largo (cm)	88	100
Ancho (cm)	59	118

La opción 1 al tener una capacidad de 360 litros requiere de un mayor número de los mismos lo que ocasionaría una saturación dentro de la comunidad, además tendría un tiempo de llenado muy corto con llevando a realizar un mayor número de viajes para su evacuación. Por otro lado, la opción 2 posee una mayor capacidad lo que conlleva a un mayor tiempo de acumulación y numero definido de viajes para su evacuación.

De esta forma, el grupo de promotores ambientales decidió que la opción 2 es la que cubriría sus necesidades de mejor forma. Con los contenedores establecidos, se procedió a realizar los cálculos respectivos para determinar el número requerido para cada tipo de residuo sólido, para lo cual se obtuvieron los siguientes resultados como lo muestra la **Tabla 21**.

TABLA 21.- NÚMERO DE RECIPIENTES REQUERIDOS PARA EL ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS.

TIPO DE RESIDUO	DENSIDAD kg/m³	PESO (kg) / SEMANA	VOLUMEN (m³)/ SEMANA	No. DE RECIPIENTES APROXIMADOS	No. DE RECIPIENTES REQUERIDOS
Vidrio	1100,0	11,6	0,01	0,00	1
Plástico Reciclable	15,00	64,40	4,28	3,90	4
Cartón	13,00	35,30	2,71	2,50	2
Orgánico	155,80	189,00	1,21	1,10	2
Papel	11,60	26,50	2,29	2,10	2
Madera	78,10	10,20	0,13	0,10	1
Metal (Enlatados)	117,20	24,90	0,21	0,20	1
No Reciclables	148,00	126,90	0,86	0,80	1
Tetra pack	78,10	29,50	0,38	0,30	1
TOTAL	1716,80	518,50	12,09	11,00	15

ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

Se determinó un total de 15 contenedores para una recolección diferenciada, pues en donde se tiene el valor de cero se asume el valor de un contenedor. De esta forma se plantea una separación diferenciada de los residuos sólidos que facilitará el manejo de residuos dentro de la comunidad. En cuanto a su ubicación, serán distribuidos en los 2 muelles para que al momento de evacuarlos sea más sencillo y menos laborioso de moverlos.

3.3. Desarrollo del sistema de GIRS

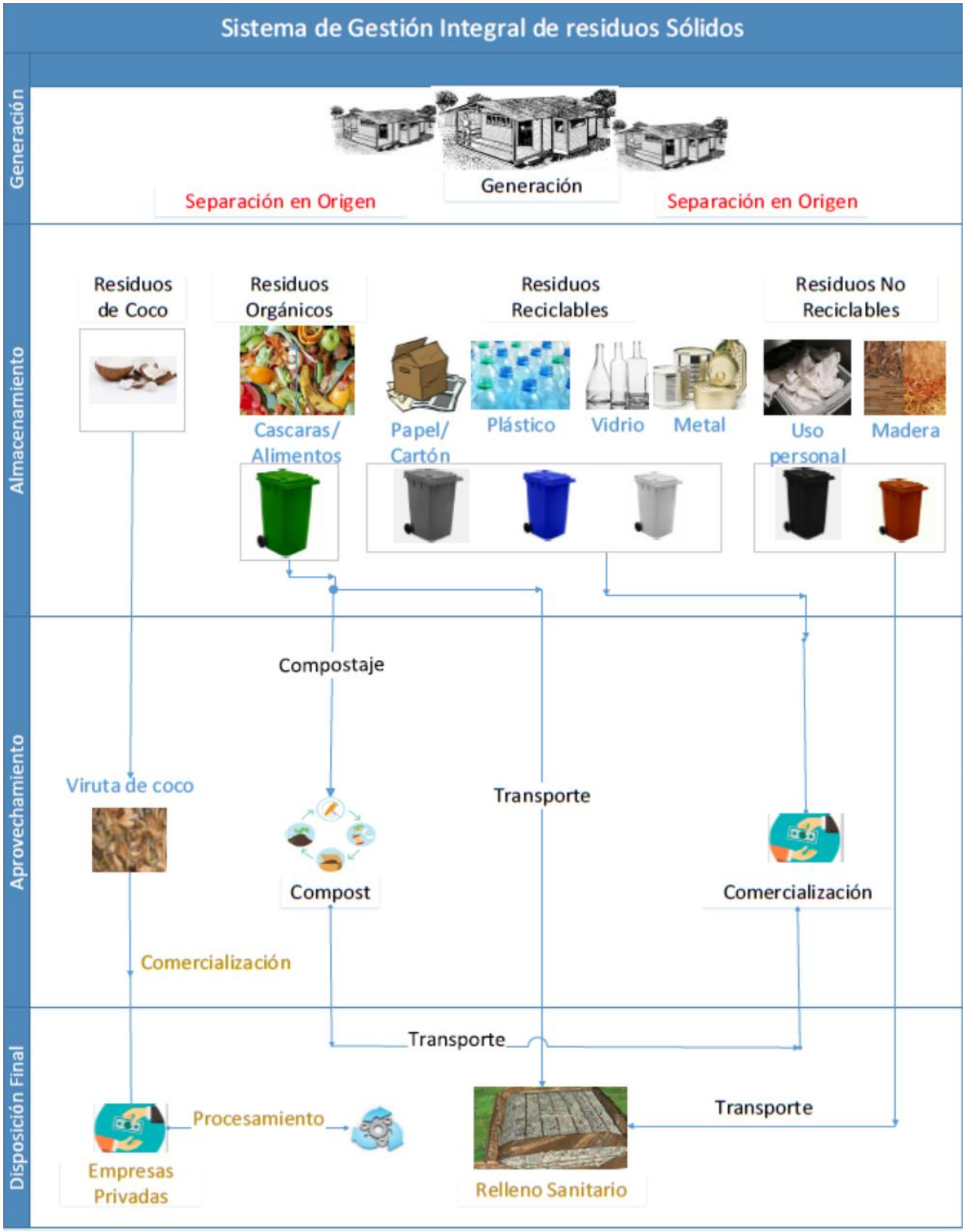
Para el desarrollo del sistema se visitó la Municipalidad del Cantón San Lorenzo en búsqueda de las normativas de regularización y control de la Gestión Integral de Residuos Sólidos aplicado en la zona, sin embargo, mediante las entrevistas realizadas a los miembros de la Unidad de Gestión Ambiental se determinó que se rigen en los lineamientos del Texto Unificado de Legislación Secundaria y Medio Ambiente (TULSMA).

Por tal motivo el siguiente modelo del sistema de Gestión de Residuos Sólidos se enfoca en lo escrito en el TULSMA y la norma INEN 2841 de Estandarización de Colores para Recipientes de Depósito y Almacenamiento Temporal de Residuos Sólidos. También se incorporaron las sugerencias del grupo de promotores ambientales de tal manera que el sistema propuesto sea participativo e involucre a la comunidad para que se empodere en el sistema propuesto.

Las etapas que se propone a continuación se ajustan a las necesidades de los pobladores, pues la etapa de recolección de residuos sólidos fue suprimida ya que por el tamaño de la comunidad los habitantes de cada vivienda pueden acercarse por sí solos a depositarlos en los recipientes diferenciados. Para cumplir con lo planteado el Municipio del Cantón San Lorenzo con ayuda de la Unidad de Gestión Ambiental deberá capacitar a los pobladores mostrando la forma adecuada del manejo de los residuos anualmente y así mantener el sistema propuesto activo.

En la **Figura 21** se representa gráficamente las etapas propuesta del sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos, las cuales son complementarias a la **Tabla 22** en donde se le ha asignado un rol a cada actor clave identificado.

FIGURA 21.- SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PROPUESTO.



ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

TABLA 22.- ROLES DE LOS ACTORES CLAVE

ETAPAS DEL SISTEMA DE GIRS	ENTIDAD U ORGANIZACIÓN	ROL DENTRO DEL SISTEMA DE GIRS PROPUESTO
Generación	Comunidad de ¨El Porvenir¨	Separar sus residuos en el origen.
Almacenamiento	Comunidad de ¨El Porvenir¨	Colocar los residuos separados en los contenedores diferenciados.
	Grupo de promotores comunitarios ambientales	Cumplir con los tiempos establecidos de vaciado de los contenedores.
Transporte	Grupo de promotores comunitarios ambientales	Trasportar los residuos no valorizables a la comunidad de "El Progreso" en los tiempos establecidos.
		Trasportar los residuos valorizables dentro del tiempo establecido para su comercialización.
		Copilar la viruta de coco para que pueda ser transportada por la empresa que procesa dicho residuo.
Aprovechamiento	Grupo de promotores comunitarios ambientales	Velar por el correcto desarrollo de las alternativas propuestas.
		Mantener la alternativa propuestas para los residuos orgánicos con cantidades correctas para su funcionamiento.
		Comercializar los residuos valorizables.
		Cumplir con los convenios establecidos con las organizaciones.
Disposición final	Municipio del Cantón San Lorenzo	Asegurar el día de recolección de residuos sólidos de la comunidad de El Progreso para su correcta dispersión final.
Control y regularización	Ministerio del Ambiente (MAE)	Solicitar registros al Municipio del Cantón san Lorenzo sobre el manejo de residuos sólidos en

		comunidades rurales.
	Asociación de municipalidades de Ecuador (MAE)	Mantener información a tiempo real de las gestiones realizadas por el al Municipio del Cantón san Lorenzo.
		Capacitar oportunamente al grupo de promotores ambientales para que el sistema de GIRS propuesto funcione adecuadamente.
	Fundación Apoyando Ecuador	Apoyar socialmente a la comunidad de El Porvenir en el emprendimiento de nuevos proyectos y supervisión de los mismos.

ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

Una vez definidos los roles de los actores claves dentro del sistema propuesto, se puede proceder a definir las etapas para el sistema, como se presenta a continuación:

3.3.1. Generación de residuos sólidos

De acuerdo con lo constatado en las encuestas la población tiene alguna idea de lo que es el reciclaje, sin embargo, al momento de la estimación de residuos sólidos se constató que la población en general no separa sus residuos correctamente conforme al artículo 64 del TULSMA.

Los residuos sólidos pertenecientes a la comunidad de “El Porvenir” son domiciliarios asimilables a aprovechamiento que corresponden a una producción per cápita de 0,34 kg de residuos sólidos por habitante en un día de generación. Por lo tanto, lo que se propone para la comunidad de ¨El Porvenir¨ es la separación de los residuos en origen, pues este procedimiento es importante para dar paso a cualquier alternativa de aprovechamiento que se desee plantear en la comunidad.

Para los residuos que conforman la composición típica determinada en la comunidad como se muestra en la **Figura 20**, se planteó la siguiente diferenciación (**Tabla 23**) con la utilización del código de colores que específica en la norma INEN 2841.

TABLA 23- ASIGNACIÓN DE COLORES SEGÚN LA NORMA INEN 2841.

TIPO DE RESIDUO SÓLIDO	COLOR CORRESPONDIENTE
Orgánico	Verde
No reciclables	Negro
Plástico reciclable y tetra pack	Azul
Vidrio y latas de aluminio	Blanco
Papel / cartón	Gris
Madera	Anaranjado

FUENTE: INEN 2841, 2015.
ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

3.3.2. Almacenamiento

Cuando se realizaron los recorridos por la comunidad se pudo comprobar que los residuos sólidos se acumulaban al aire libre en puntos al azar, lo que ocasionaba atracción de vectores y dispersan los mismos. En vista de la problemática de almacenamiento que tiene la comunidad es importante la implementación de contenedores diferenciados para cada tipo de residuo sólido para evitar que los habitantes acumulen de forma excesiva los residuos generados en sus viviendas y en lugares no apropiados.

A partir de las densidades obtenidas de cada residuo se procedió a determinar el volumen de una semana de generación (7 días) para establecer la relación con el número de contenedores y así determinar cada que tiempo se debe vaciar los contenedores. El tiempo de vaciado de cada uno de ellos es que se detalla a continuación en la **Tabla 24**.

Para el almacenamiento temporal de los residuos se propusieron 15 contenedores diferenciados de 1 100 litros, los cuales según el volumen establecido a la semana serán capaces de abastecer completamente la producción de la comunidad para el tiempo de vaciado propuesto. Los contenedores se ubicarán en los muelles de acceso a la comunidad (**Anexo XIII**) con la finalidad de usarse como punto de almacenamiento temporal y facilitar su evacuación en las lanchas disponibles que los trasportarán a la comunidad de ¨El Progreso¨.

TABLA 24.- TIEMPO DE VACIADO DE CONTENEDORES

TIPO DE RESIDUO	VOLUMEN (m^3) /SEMANA	No. RECIPIENTES REQUERIDOS	TIEMPO DE VACIADO (SEMANAS)
Vidrio	0,01	1	3
Plástico Reciclable	4,28	4	1
Cartón	2,71	2	1
Orgánico	1,21	2	1
Papel	2,29	2	1
Madera	0,13	1	8
Latas de metal (Enlatados)	0,21	1	5
No Reciclables	0,86	1	1
Tetra pack	0,38	1	3

ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

3.3.3. Trasporte

El Municipio del Cantón San Lorenzo, no cuenta con lanchas que transporten los residuos sólidos por vía fluvial. Por tal motivo se proponen 3 alternativas de lanchas para utilizarlas en esta actividad, las cuales son:

TABLA 25.- OPCIONES DE LANCHAS PARA EL TRASPORTE DE RESIDUOS.

	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2	OPCIÓN 3
Descripción	Lancha pequeña	Lancha mediana	Lancha hembra
Imagen			
Capacidad de carga (kg)	353,8	589,67	500

ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

Las opciones 1 y 2 son lanchas que se encontraron cerca de la comunidad, es decir son las más comunes en la zona y se las usa para el trasporte de los habitantes; mientras que la opción 3 no se encuentra dentro de la comunidad, pero se la propone por su capacidad de carga la cual posee. Para cada opción de la lancha se realizó un análisis para relacionar el tiempo de vaciado con el número de viajes a realizar dependiendo de la capacidad de carga de estas.

Para este análisis se agruparon 2 grupos de residuos siendo los valorizables aquellos que pueden ser comercializados en el Centro de Reciclaje Santa María, ubicado a la salida de San Lorenzo, y los no valorizables aquellos que no pueden ser comercializados en el Centro por lo que se trasportarían a la comunidad de ¨El Progreso¨ para posteriormente integrarse en el sistema de recolección municipal e ir directamente al relleno sanitario del cantón.

Los residuos no valorizarles serán trasportados los miércoles en la tarde ya que el camión recolector pasa los jueves por la comunidad de “El Progreso” en un horario no establecido. Los residuos valorizables serán trasportados los martes, es decir un día antes que los no valorizables, cabe mencionar que el centro de Reciclaje abre de lunes a viernes de 8 am a 5 pm y no trabaja los fines de semana. De esta forma se establecen días continuos para este proceso.

El vidrio y tetra pack son residuos valorizables, sin embargo, en este caso se los agrupó como no valorizables ya que no son comerciales en el centro de Reciclaje Santa María y cerca de la zona no existe algún lugar similar. Por otro lado, los residuos orgánicos y de madera no son incluidos dentro de la etapa de trasporte debido a se aplicarán técnicas de aprovechamiento dentro de la comunidad. Con esta nueva agrupación de los residuos sólidos se obtiene lo contemplado en la **Tabla 26**.

TABLA 26.- COMPARACIÓN DE NÚMERO DE VIAJES CON OPCIONES DE LANCHAS

CATEGORÍA	TIPO DE RESIDUO	kg/7DÍAS (SEMANA)	TIEMPO DE VACIADO (SEMANAS)	kg DE RESIDUOS GENERADOS SEMANA	TOTAL DE RESIDUOS (kg) PARA TRASLADAR	NO. DE VIAJES A LA SEMANA OPCIÓN 1	NO. DE VIAJES A LA SEMANA OPCIÓN 2	NO. DE VIAJES A LA SEMANA OPCIÓN 3
Valorizables	Plástico Reciclable	64,36	1	64.36	**151.07**	**0.43**	**0.26**	**0.30**
	Cartón	35,33	1	35.33				
	Papel	26,46	1	26.46				
	Metal (Enlatados)	24,93	1	24.93				
No valorizables	No Reciclables	126,94	1	126.94	**168.11**	**0.48**	**0.29**	**0.34**
	Vidrio	11,62	1	11.62				
	Tetra pack	29,55	1	29.55				
TOTAL DE VIAJES APROXIMADOS						**0.90**	**0.54**	**0.64**
TOTAL DE VIAJES REQUERIDOS						**1**	**1**	**1**

FUENTE: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.
ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

Para tener una uniformidad en el tiempo de vaciado de los contenedores a todos los residuos sólidos se les asigno el tiempo de una semana, sin embargo, residuos como el tetra pack, vidrio y metales tardaran un poco más en llenarse completamente los contenedores. Se recomienda en el caso de que la comunidad pueda realizar las gestiones en el Municipio del Cantón San Lorenzo la compra de la opción 3 de las lanchas propuestas para el trasporte de los residuos sólidos (**Tabla 25**). Caso contrario el municipio deberá gestionar el alquiler de la opción 1 o 2 para el transporte de los residuos.

Se involucra al municipio del Cantón San Lorenzo con el trasporte de residuos debido a que según lo dictaminan las normativas nacionales ambientales vigentes, los Gobiernos Autónomos Descentralizados serán quieres gestionen las etapas que comprenden este proceso. Además, anualmente el estado y la Asociación de Municipalidades destinan un valor económico para solventar las necesidades de cada municipio, de tal forma este puede gestionar adecuadamente los recursos disponibles y llegar a comprar maquinarias/ equipos que requiera la población.

3.3.4. Aprovechamiento

El aprovechamiento de los residuos sólidos se lo realizará dentro de la comunidad como se muestra dentro de un galpón, sin uso definido, existente dentro del bloque A (**Figura 23**). Este galpón posee aproximadamente 80m² y aunque no dispone de un suelo permeabilizado o paredes servirá para la alternativa de los residuos orgánicos, mismo que deben estar cubiertos para evitar lluvias o exceso de sol.

FIGURA 22.- GALPÓN SIN USO DENTRO DE LA COMUNIDAD DE EL PORVENIR.

FUENTE: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

Para los residuos orgánicos se propone un compostaje en pilas en donde se incluirá una cantidad significativa de residuos de madera y el otro porcentaje se la dejara en un lugar accesible para que pueden utilizarse como energía en la cocción de alimentos.

Los residuos valorizables serán comercializados en el Centro de Reciclaje Santa María, mientras tanto para la viruta de coco se identificó una empresa la cual comercializa con este residuo para fabricar masetas biodegradables. Se propone estas alternativas para brindar una sustentabilidad al sistema, a continuación, se presentan todas estas alternativas que ayudaran a la comunidad de ¨El Porvenir¨ al manejo adecuado de sus residuos.

3.3.4.1. Compostaje casero

En la comunidad se destaca la generación de residuos orgánicos como restos de comida en general, cáscaras de frutas y verduras, además de estiércol vacuno. Por esta razón una de las medidas más aptas para la realidad del lugar es el compostaje casero en pilas, que proporciona la posibilidad de transformar de una manera segura los residuos orgánicos en insumos para la producción agrícola (Pilar Román, 2013).

Dentro de la comunidad se encuentran aproximadamente 5 vacas, cuyo estiércol será utilizado para la producción de compostaje. Se determinó que las 5 vacas producen 97kg de estiércol al día según la relación que establece Nennich en 2005 (**Anexo XII**). En la **Tabla 27** se presentan los requerimientos para realizar el compostaje en pilas en la comunidad.

Los promotores ambientales serán quieres lleven a cabo esta alternativa, recolectarán cada 7 días los residuos orgánicos de los tachos diferenciados (color verde) para llevarlos al galpón ubicado mostrado en la **Figura 23**. Posteriormente las pilas deberán contar con las siguientes capas en orden ascendente:

a) En suelos no impermeabilizados, cubrir con plásticos antes de la construcción de la pila.
b) 20 cm de ramas secas para evitar la compactación de los residuos.
c) 15 cm de tierra limpia sin ningún tipo de residuo.

d) 3 cm de estiércol.
e) 15 cm de tierra limpia mezclada con cal.
f) 20 cm de residuos orgánicos.
g) 3 cm de estiércol.
h) 15 cm de tierra limpia.
i) 20 cm de residuos orgánicos.
j) 3 cm de estiércol.

TABLA 27.- REQUERIMIENTOS PARA EL COMPOSTAJE.

UBICACIÓN DENTRO DE LA COMUNIDAD	Galpón ubicado en el bloque A.
CONDICIONES DEL LUGAR	El techo proporcionara cubrimiento en caso de lluvia y exceso de sol. Interiormente se cubrirá el compost con plástico para mantener una humedad y pH adecuados.
FORMA DE LOS MONTONES	Triangulares
DIMENSIÓN DE LOS MONTONES	Alto: 1,5 metros Ancho: 1 metro El ancho no debe ser mayor que el alto ya que dificultara la manipulación de la pila.
HUMEDAD	La humedad recomendable es de 40% a 60%.
RESIDUOS PARA UTILIZAR	Residuos orgánicos de la comunidad, estiércol, hojas secas, madera y cascaras de huevo.
MATERIALES PARA EVITAR	Carnes en general, derivados lácteos y productos con levaduras.

ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

Se determinó que el largo de la pila para un mes deberá ser de 2,16 metros, es decir una dimensión 6,48m² con espacios incluidos entre pilas para el volteo. Dentro del galpón destinado al compost se tiene un área de 80m² con las dimensiones de las pilas se obtienen 12 pilas por año, es decir una por cada mes. De esta manera se utilizará 183,03kg de residuos orgánicos semanales.

Una vez conformadas las pilas, estas deberán ser volteadas cada 4 semanas, así trascurridos de 2 a 3 meses se obtiene 246,41kg de compost correspondiente al primer mes.

3.3.4.2. Comercialización de la viruta de Coco

En busca de las soluciones para el excedente de generación de la viruta de coco se logró contactar con la empresa "WAYLLA Fibras Naturales" la cual se encarga del procesamiento de este residuo para la fabricación de macetas biodegradables.

La alternativa se basa en que el grupo de promotores ambientales recoja la viruta de coco y la entregue seca a representantes de la empresa WAYLLA que se comprometen a retirarla semanalmente en una lancha con capacidad de 500kg. Se recomienda que el valor por la comercialización del residuo, como se muestra en la **Tabla 28,** sea mensual para que el valor obtenido sea significativo y repartido en el grupo de promotores ambientales.

TABLA 28.- COMERCIALIZACIÓN DE LA VIRUTA DE COCO.

TIPO DE COCO	COCOS/ SEMANA	VIRUTA kg/ SEMANA	PRECIO ($) / MES
Grande	680	81,60	160,10
Mediano	700	84,00	164,81
Parejo	1200	144,00	282,53
Manila	1350	162,00	317,84
Chico	1080	129,60	254,28
Total	5010	601,20	1179,55

ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

Se sugiere que se destine una de las bodegas para el almacenamiento de la viruta de coco, de no ser posible se los puede recolectar en costales y colocarlos en la misma bodega en donde se realiza la pela del coco para evitar el exceso de humedad o dispersiones de los mismos. En cuanto a las ganancias se establece un valor mensual, para que de esta forma cada promotor ambiental pueda adquirir 147, 44 dólares.

3.3.4.3. Reciclaje participativo

Debido a la cantidad de residuos aprovechables y a las normativas ecuatorianas vigentes mostradas en el marco legal que especifican la inclusión de los recicladores al sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Lo que se propone como alternativa para el presente trabajo es que los promotores puedan comercializar dichos residuos.

Se llevó a cabo una consulta de los precios de comercialización en el Centro de Reciclaje Santa María ubicado que se encuentra ubicado a las afueras del Cantón San Lorenzo. También se obtuvieron los precios de mercado para residuos reciclables proporcionado por el Ministerio del Ambiente cuyos valores se mantiene desde el año 2014.

Con los precios obtenidos del MAE y el Centro de Reciclaje Santa María se realizó una relación de la cantidad de los residuos sólidos trasportados por cada semana con el precio de estos por cada kilogramo. El resultado de la relación se presenta en la siguiente **Tabla 29.**

TABLA 29. - GANANCIAS POR LA COMERCIALIZACIÓN DEL MATERIAL RECICLABLE.

	Kg DE RESIDUOS PARA 1 SEMANA DE TRASLADO	PRECIO DE RECICLADORA SANTA MARÍA ($)	PRECIO REFERENCIAL DEL MAE ($)	PRECIO REFERENCIAL DEL MAE ($) POR SEMANA
Plástico	64,36	0,5	0,75	48,27
Cartón	35,33	0,5	0,11	3,89
Papel	26,46	0,4	0,10	2,65
Enlatados	124,64	0,5	0,53	66,06
Total ($)				120,86
Ganancia para cada promotor ambiental ($)				15,11

ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

Los residuos para comercializar son aquellos denominados como valorizables en la etapa de trasporte. La comercialización total según los precios de la recicladora Santa María son de $122,75 y repartidos para los 8 promotores ambientales, cada uno tendría una ganancia de $15,11 semanales

Para mejor la manipulación de los residuos sólidos se propone que se realice un convenio con el Centro de Reciclaje Santa María para que ellos se acerquen a la comunidad de El Progreso a retirar los residuos valorizables cada semana los martes. Con el convenio el valor obtenido por la comercialización de los residuos pude se ser remunerado mensualmente con $61, 36.

3.3.5. Disposición final

La disposición final de los residuos sólidos es complicada dentro de la comunidad ya que la mayor parte de los residuos sólidos generados terminan depositados en sus alrededores. Esto en varios de los casos causa dispersión de residuos, generación de olores y la atracción de vectores.

Las alternativas de tratamiento propuestas anteriormente tienen por objetivo la disminución de residuos que pasarían a disposición final, es decir permitirá enviarlas a un relleno sanitario. Sin embargo, con el sistema propuesto no todos los residuos tendrían esta disposición, por lo que se puede detallar lo siguiente acorde al tipo de residuos.

- **Residuos orgánicos:** serán trasladados directamente a los puntos en donde se encuentran las alternativas de tratamiento. En este lugar se utilizará la cantidad necesaria para el correcto funcionamiento del compost, sin embargo, se ha considerado que no todo este tipo de residuo va a tener un tratamiento y por ende parte de esta va a llegar al relleno sanitario del Cantón San Lorenzo.

  En cuanto a las virutas de coco serán agrupadas por los promotores ambientales. Posteriormente estas virutas serán transportadas por bote fuera de la comunidad y mediante la contratación de transporte llevadas hasta su destino en la ciudad de Quito por la empresa WAYLLA, quien se hará responsable de su posterior tratamiento y comercialización.
- **Residuos aprovechables:** serán comercializados en el Centro de Reciclaje Santa María para su correcto aprovechamiento.

  El dinero recolectado por la venta del material recuperado servirá para solventar la mano de obra de los promotores ambientales.
- **Residuos no aprovechables:** se trasportará los residuos considerados como no valorizables a la comunidad de El Progreso en donde será recolectada por

volquetas del Municipio del Cantón San Lorenzo para su disposición final en el relleno sanitario del mismo cantón.

3.4. Estimación del presupuesto referencial asociado a la implementación del sistema de GIRS

Se consideró que el sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos propuesto debe ser auto sustentable. Se plantea que se auto sustente con la comercialización de los residuos valorizables y con la viruta de coco, el compost final podrá ser utilizado por los habitantes de la comunidad en sus cultivos o comercializado de ser requerido.

Además, se plantea como incentivo para el grupo de promotores ambientales que el municipio del Cantón San Lorenzo remunere con un salario básico a cada uno de ellos por los servicios que brindaran dentro de la comunidad de El Porvenir, pues el trabajo que realizan debe ser reconocido.

Para el análisis de este presupuesto se realizó un listado de los materiales/ equipos que requiere el sistema, además, cuenta con aspectos básicos que representan los valores comerciales de cada material /equipo que se requiere. Para estudios más confiables eficaces se requiere la realización de un solo documento que contenga la parte económica del sistema.

Como se detalla en la **Tabla 30**, se estima un presupuesto del requerimiento de cada alternativa propuesta, así como de la lancha requerida la disminuir el número de viajes en el trasporte de residuos hasta la comunidad de El Progreso. El valor del sistema sin incluir la compra de la lancha o pagar la mano de obra de los promotores ambientales es de $ 8 432, 48.

TABLA 30.- ESTIMACIÓN DEL PRESUPUESTO REFERENCIAL ASOCIADO A LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GIRS

	MATERIALES/EQUIPOS	CANTIDAD	COSTO/UNIDAD	COSTO TOTAL	TOTAL POR MATERIAL /EQUIPO	TOTAL POR PARTES
SGIRS INDIVIDUAL	Contenedores	12	660,00	7 920,00	7 920	8 147,76
	Escobas	2	2,50	5,00	5	
	Recogedores	2	2,75	5,50	5,5	
	Palas	2	9,75	19,50	19,5	
	Combustible	8	2,06	16,48	197,76	
	Mano de Obra Promotores ambientales	8	385	3 080,00	36 960	36 r960
Alternativa 1: Compost						
Pala		1	10,00	10,00	10	249,6
Termómetro de mano		2	25,00	50,00	50	
Palo para mezclar		1	0,00	0,00	0	
Papel pH (paquete)		7	15,00	105,00	105	
Tijera		1	3,00	3,00	3	
Cal (22,5Kg)		4	2,90	11,60	11,6	
Cal (22,5Kg)		1	70,00	70,00	70	
Alternativa 2 y 3: comercialización de valorizables y viruta de coco						
Saquillos		60	0,25	15,00	15	35,20
Transporte		2	1,03	2,06	2,06	
Propuesta para el trasporte de residuos: Lancha Hembra 500kg.						
Lancha 500 Kg		1	12 000,00	12 000,00	12 000	28 600
Motor 200Hp		1	16 600,00	16 600,00	16 600	
Total					73 991,48	73 991,48

ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

Se decidió incluir el valor de una lacha completa tipo hembra ya que, si esta se alquila para el trasporte de residuos las ganancias de los promotores ambientales disminuir, mientras tanto si se compra la mancha puede sustentarse por varios periodos de tiempo con un cuidado adecuado. En cuanto a los promotores ambiental, es justo y necesario remunerar su actividad ya que el ocuparse de un sistema implica tención completa de ellos en las diferentes etapas para su organización.

3.4.1. Beneficios de implementación del sistema

Los beneficios que se pueden generar del sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos propuesto son de carácter económico y social, dados en el siguiente orden:

Social: la implantación de este sistema Gestión Integral de Residuos Sólidos trae consigo varios beneficios sociales de los cuales destacamos los que son reconocidos incluso por los mismos habitantes de la comunidad, para esto se recogió su criterio durante los talleres y entrevistas donde se precisaron los siguientes:

- Mejora las condiciones de vida de los habitantes de la comunidad.
- Disminuye la dispersión de enfermedades por contacto con los residuos en la comunidad.
- Evita la acumulación de roedores.
- Permite la implementación de turismo comunitario.
- Evita conflictos internos dados por la irresponsabilidad del transporte de los residuos.
- Reduce los costos y la inversión de los habitantes para el transporte de residuos.
- Ahorro de tiempo para las personas de la comunidad, para el tratamiento y trasporte de residuos.

Económico: los beneficios económicos en este caso son directamente para el municipio del Cantón San Lorenzo pues según lo menciona el artículo 57 del acuerdo ministerial 061 “Responsabilidades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales”, podrían ser multados con una cantidad económica por la Autoridad Ambiental Nacional en caso el Ministerio del Ambiente, por lo tanto al aplicar un sistema Gestión Integral de Residuos Sólidos beneficia a la municipalidad ayudándole

a brindar el servicio que como obligación debe brindar y se exonera de esta forma de una multa que podría ser incluso más costosa que el sistema en sí.

Por otro lado, al proponer alternativas de aprovechamiento de los residuos sólidos tales como el compostaje y comercialización del material reciclable y viruta de coco van a generar ganancias económicas en un periodo de tiempo lo que conllevara que el sistema sea sustentable en el caso de que el municipio solo apoye la parte inicial del sistema que se propone. Con esta ganancia inclusive los promotores ambientales podrán tener un ingreso extra que motivara al empoderamiento del proyecto.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

A través de las encuestas, entrevistas y observaciones, se concluyó que de los 218 habitantes de la comunidad su mayoría no posee conocimientos sobre la gestión de sus residuos sólidos; a esto se le suma la falta de un servicio de recolección municipal que induce a problemas de dispersión y acumulación de residuos, así como la atracción de vectores locales. Principalmente la falta del servicio de recolección de residuos municipales es por los problemas de acceso que la comunidad dispone.

Se logró la conformación de un grupo de ocho personas que conformarán el grupo de promotores ambientales para las labores que desarrollarán como consecuencia del sistema propuesto. Los promotores ambientales llegaran a ser una parte esencial dentro del sistema ya que velaran por el correcto funcionamiento del mismo y, además, se encargarán de las alternativas de aprovechamiento que involucran la comercialización de los residuos aprovechables.

Mediante la estimación de residuos sólidos se determinó que la fracción orgánica corresponden a 36% del total siendo el mayor valor sobre las demás fracciones por lo que demanda mayor atención en las propuestas de aprovechamiento. En la estimación de los residuos se determinó que la comunidad produce un total de 168,77 kg de residuos sólidos.

En la determinación de la producción per cápita se determinó que las medias de los tres días de estimación tienen niveles de desviación mínimas y los valores de PPC individuales son muy comparables por lo que el valor la producción per cápita diario se mantiene en el tiempo. Finalmente, al realizar un promedio de los valores obtenidos se obtiene el valor de la producción per cápita correspondiente a 0,34 kg/hab * día.

Se estableció la posibilidad de almacenar los residuos dentro de la comunidad a través de un almacenamiento de residuos sólidos diferenciados con separación en origen. Para lo cual se establecieron 15 contendores de 1 100L, estos deberán ser vaciados en el tiempo determinado en **Tabla 24** para que el aprovechamiento de los residuos siga el proceso establecido.

Las alternativas de aprovechamiento fueron propuestas de acuerdo al tipo de residuos encontrado en la comunidad, de tal manera para los residuos orgánicos se estableció la realización de compostaje en pilas para su aprovechamiento; para las virutas de coco se propone la comercialización a una empresa que produce macetas biodegradables; y para los residuos valorizables se propone comercializarlos en el centro de reciclaje Santa María. Los residuos no valorizables serán llevados los días miércoles para que la volqueta de municipio la recolecte y disponga de ella en el relleno sanitario.

El transporte de los residuos a la comunidad de El “Porvenir” se debe realizar por vía fluvial ya que es su único acceso, para lo cual se propusieron 3 opciones. Dos lanchas que se encuentran en los alrededores de la comunidad y la opción 3 es una lancha que posee la capacidad requerida para realizar el traslado de los residuos en un solo viaje.

En la estimación del presupuesto referencial asociado a la implementación del sistema propuesto, se determinó los valores comerciales de cada material / equipo requerido. A estos valores obtenidos se los estimó para el trascurso de un año fiscal, en donde se incluyó los costos de las alternativas propuestas, así como el de la opción de la lancha en el caso de que los pobladores se organicen y soliciten apoyo del municipio para su financiamiento.

Finalmente se concluye que la aplicación del modelo participativo de Gestión Integral Residuos Sólidos para la comunidad del "El Porvenir" en el cantón San Lorenzo, provincia de Esmeraldas, permitirá solucionar la problemática en cuanto al manejo de residuos, e involucrar a sus habitantes como parte de la solución. Además, mejorar el estilo de vida de los mismos pobladores, así como la estética del lugar. Lo que abrirá paso a la implementación de futuros proyectos.

4.2. Recomendaciones

Como recomendación y gracias a la experiencia obtenida en los viajes de campo se aconseja a los estudiantes que deseen realizar algún proyecto en la comunidad, establecer un canal de comunicación y relación con los pobladores del lugar a través

de la Fundación Apoyando Ecuador, que trabaja con su equipo de voluntarios y puede facilitar el dialogo para la implementación de dichos proyectos.

El Municipio del Cantón San Lorenzo debería involucrar a las comunidades rurales en las actividades de mejoramiento para brindar los servicios básicos que requieren los pobladores. Caso contrario debe buscar soluciones con los propios pobladores y cubrir las necesidades que tiene pasa mejorar sus condiciones de vida y de esta forma disminuir los problemas ambientales que se están generado por la falta de soluciones a sus necesidades.

La principal recomendación que se puede dejar en el caso de implementar el sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos propuestos es que sea manejado por el grupo de promotores ambientales que se propone bajo la supervisión del Municipio del Cantón San Lorenzo, el cual deberá capacitar mensualmente a los habitantes de la comunidad de “El Porvenir”. Con las capacitaciones se pretende que el sistema se mantenga y no de caiga.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CEAMSE, Tecnología Ecológica. (2018). Obtenido de: www.ceamse.gov.ar
- Centro de Estudios Ambientales y Sociales. (2015). Proyecto de "asesoramiento para manejo de residuos sólidos – San Lorenzo". Obtenido de CEAMSO: http://www.ceamso.org.py/proyecto/57-proyecto-asesoramieto-para-manejo-de-residuos-solidos-san-lorenzo-
- Delgado, L. (27 de abril de 2017). MILENIO. Recuperado el 20 de Julio de 2018, de: http://www.milenio.com/opinion/luis-rey-delgado-garcia/para-reflexionar/participacion-social
- Figueroa, M. (noviembre de 2008). DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS DE ALMACENAMIENTO, RECOLECCIÓN Y TRASPORTE DE LOS RESIDUOS SOLIDOS EN EL SISTEMA DE ASEO URBANO DEL MUNICIPIO DE CHINU-CORDOBA. Chinu, Cordova, España.
- Guerra. G., Plan de manejo de residuos sólidos para la cabecera cantonal de Santiago de pillarlo. Riobamba. 2013. Extraído de: http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/3155/1/236T0086.pdf
- Internacional – Avina (CARE). Programa unificado de fortalecimiento de capacidades módulo 9 gestión integral de residuos sólidos. Ecuador. 2012.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE). (2016). Biogás. Recuperado el 2018, de www.ideae.es/tecnologias/energias-renovables/uso-termico/biogas
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). Los ecuatorianos producen 0,57 kilogramos de residuos sólidos diario. Obtenido de: http://www.ecuadorcifras.gob.ec/los-ecuatorianos-producen-0,57-kilogramos-de-residuos-sólidos-diario/
- Luna D., Gonzales A., Gordon M. y Martin N. Obtención del carbón activado a partir de la cascara de coco. México. 2007. Obtenido de: http://www.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n64ne/carbon_v2.pdf
- Maldonado L. Reducción y reciclaje de residuos sólidos urbanos en centros de educación superior: estudio de caso. 2016. 0btenido de: http://www.redalyc.org/html/467/46710106/
- Ministerio del Ambiente (MAE) (2014). Programa 'PNGIDS' Ecuador. Obtenido de: http://www.ambiente:gob.ec/programa-pngids-ecuador/

- Ministerio del Ambiente (MAE) (2014). Hitos en la gestión integral de residuos sólidos en Ecuador. Obtenido de: http://www.ambiente:gob.ec/hitos-en-la-gestion-de-residuos-solidos-en-ecuador/
- Ministerio del Ambiente (MAE) (2014). El Programa Nacional de Gestión Integral de Desechos Sólidos (MAE – PNGIDS) difundió los resultados de su gestión. Obtenido de: http://www.ambiente:gob.ec/el-programa-nacional-de-gestión-integral-de-desechos-sólidos-mae-pngids-difundió-los-resultados-de-su-gestión/
- Municipio de Perú (2015), Guía metodológica para el desarrollo del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales (EC-RSM). Perú.
- Norma INEN 2841. Estandarización de colores para recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos. Marzo del 2014.
- NORMA MEXICANA NMX-AA-61-1985, PROTECCIÓN AL AMBIENTE-CONTAMINACIÓN DEL SUELO-RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES-DETERMINACIÓN DE LA GENERACIÓN, México, 6 de noviembre de 1992.
- Núñez P. Diagrama de Ishikawa, 2016.estadrado de: knoow.net/es/cieeconcom/gestión/diagrama-causa-efecto/
- Organización Panamericana de Salud (2004). ANEXO 2, Guía para caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios. España.
- Rodríguez Herrera, H. (2012). Gestión Integral de Residuos Sólidos.
- Ríos A. Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos. México. 2009.
- Runfola. J. y Gallardo. A., Análisis comparativo de los diferentes métodos de caracterización de residuos urbanos para su recolección selectiva en comunidades urbanas. España.
- Texto Unificado de Legislación Secundaria Ambiental (TULSMA). Libro VI. Anexo 6. Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos. Ecuador. 2015.
- Tostorsa, G. (22 de septiembre de 2008). COMPOST ANDO CIENCIA LAB. Recuperado el 20 de Julio de 2018, de: http://www.compostandociencia.com/2008/09/definicin-de-compostaje-html/

6. ANEXOS

ANEXO I.- ACTIVIDADES Y NÚMERO DE VIAJES REQUERIDOS PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS PROPUESTOS.

Cumplimiento de objetivos	No. de salidas de campo	Actividades *In situ*
Objetivo 1: Desarrollar un diagnóstico inicial de residuos sólidos en la comunidad de "El Porvenir¨.	Primera	Reconocimiento y observaciones de la comunidad
		Convocatoria a los pobladores en general para una reunión.
		Estimación de población y vivienda.
		Elaboración del mapa
		Encuesta sobre manejo de residuos sólidos.
		Identificación de actores clave
	Segunda	Entrevistas a actores clave
Objetivo 2: Diseñar de manera participativa un modelo de gestión integral de residuos sólidos en la comunidad de "El Porvenir".	Segunda	Convocatorias para las reuniones de interesados a promotores ambientales.
		Talleres participativos para promotores ambientales.
		Capacitaciones de promotores ambientales.
	Tercera	Estimación de residuos sólidos.
		Socialización del sistema propuesto de Gestión Integral de Residuos Sólidos para la comunidad
Objetivo 3: Determinar el costo de implementación del sistema de Gestión Integral Residuos Sólidos propuesto para la comunidad "El Porvenir".	Cuarta	Presentación del sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos en el Municipio del Cantón San Lorenzo

ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

ANEXO II.- FORMATO UTILIZADO PARA LA ESTIMACIÓN DE POBLACIÓN Y VIVIENDA.

Número	Fecha:						Entrevistador:
	Familia:						Contacto:
	Contacto:						Total de personas que viven en casa:
	Referencia Casa:	Bloque:	Género	Edad	Escuela	Beneficiario	**Observaciones:** Enfermedades, Embarazos.
	Parentesco	Nombres y Apellidos	F/M	#	Escuela	A/E	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

ANEXO III.- FORMATO DE ENCUESTAS REALIZADAS A LAS VIVIENDAS HABITADAS DE EL PORVENIR.

1. **¿Cómo elimina la basura de su casa?**
   - ☐ La quema
   - ☐ La entierra
   - ☐ La arroja al río
   - ☐ La arroja a un terreno baldío
   - ☐ Los coloca en los basureros de la comunidad
   - ☐ Las separa
   - ☐ La reutiliza
2. **¿Cada qué tiempo elimina la basura de su casa?**
   - ☐ 1 a la semana
   - ☐ 2 veces a la semana
   - ☐ 3 o más veces a la semana
   - ☐ 1 vez al mes
   - ☐ 2 veces al mes
   - ☐ 3 o más veces al mes
3. **¿Sabe usted qué es el reciclaje?**
   - ☐ Si
   - ☐ No

   Si la pregunta es afirmativa, ¿Cuál de las siguientes opciones en tiende por reciclaje?

   - ☐ Crear nuevos productos a partir de otros ya utilizados.
   - ☐ Volver a utilizar algo en vez de botarlo.
   - ☐ Separar la basura.
   - ☐ Reducir la cantidad de basura que genra en su casa.
4. **¿Cree que es importante que la comunidad se mantenga limpia para evitar enfermedades y plagas?**
   - ☐ Si
   - ☐ No
5. **¿Le gustaría formar parte del grupo dedicado al reciclaje en su comunidad?**
   - ☐ Si
   - ☐ No

ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

ANEXO IV.- FORMATO PARA ENTREVISTAS PARA ACTORES CLAVE.

Preguntas para las entrevistas-actores involucrados en la comunidad El Porvenir	
Plan de tesis: **sistema de GIRS**	
Se iniciara dando una presentación de los entrevistadores y posteriormente para que servirá la entrevista a realizarse; preferiblemente en el momento de las entrevistas serán filmadas y gravadas.	
Nombre del entrevistado:	**Cargo dentro de la comunidad:**
Fecha:	Hora:
Observaciones:	
Nombre del entrevistado:	**Cargo dentro de la comunidad:**
Fecha:	Hora:
Observaciones:	
Nombre del entrevistado:	**Cargo dentro de la comunidad:**
Fecha:	Hora:
Observaciones:	

ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

ANEXO V.- FORMATO DE ENTREVISTAS PARA LOCALES COMERCIALES E INSTITUCIONES EDUCATIVAS.

Número de Entrevista:	
Fecha:	
Entrevistado:	
Código de Vivienda:	
PREGUNTAS	
1. ¿A qué lugar va a realizar sus compras para abastecer su local/institución?	
2. ¿Qué medio de transporte utiliza para llegar a ese lugar?	
3. ¿Con que frecuencia realiza las compras para su local/institución?	
4. ¿Cómo transporta los productos?	
a)En cartones b)En fundas plásticas c)En costales d)En otros	
5. ¿Qué hace con los empaques o envolturas de los productos?	
a)Bota al rio b)Quema c)Entierra d)la acumula e)_____	
6. **¿Cada que tiempo elimina la basura de su local/institución?**	
7. Usted ¿mezcla la basura de su hogar con la de su local/institución?	
8. Usted se ha fijado en ¿Qué tipo de residuos son los que más se produce en su local/institución?	
9. ¿Su local/institución cuenta con basurero?	
10. ¿Qué días y en que horarios atiende su local/ institución?	
NOTAS:	
Todas las previstas realizadas contaran con su respectivo respaldo, que será una grabación de audio.	

ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

ANEXO VI.- MATERIALES Y EQUIPOS REQUERIDOS PARA LA ESTIMACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

No.	Material / equipo
8	Paquetes de fundas de basura
2	Balanzas portátiles de 10 Kg y precisión de 1g
8	Paquetes de identificación
2	Pares de guantes de caucho
1	Cuaderno para apuntes
50	Hojas de registro para pesos
1	Tabla para asentar hojas
1	Caja de primeros auxilios

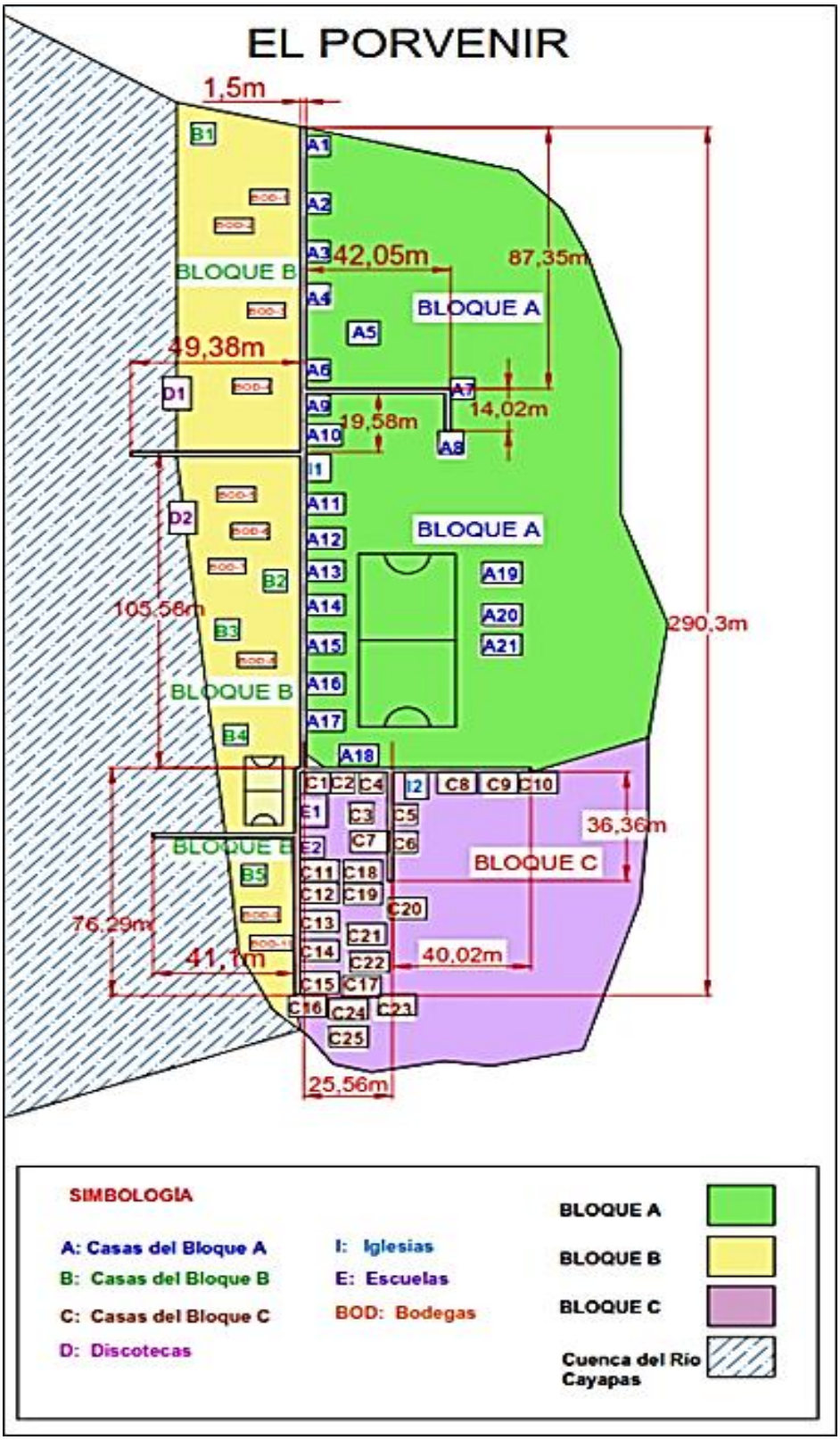
ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

ANEXO VII.- FORMATO PARA EL REGISTRO DE LA ESTIMACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.

Datos de Generación de Residuos en Viviendas						
Número de Vivienda:_____ Número de Habitantes:_____	Fecha:_____ Bloque:_____ Código de Vivienda:_____					
Clasificación de Residuos	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Total de los 5 Días
	Peso de los Residuos en kg					
Vidrio: Botellas de vidrio: refrescos, jugos, bebidas alcohólicas.						
Plástico susceptible de aprovechamiento: Envases multicapa, PET.						
Cartón						
Origen Biológico: Restos de comida, cáscaras de fruta, verduras.						
Papel: Papel en buenas condiciones: revistas, folletos publicitarios y hojas.						
Madera						
Metal: Enlatados, envases, otros.						
Materiales no aprovechables: Pañales, toallas sanitarias, Servilletas usadas, papel adhesivo, papel higiénico, Papel carbón desechos con aceite, entre otros						
Virutas de Coco						
Otros: **Plásticos no aprovechables**						
SUMATORIA TOTAL DIARIA						
OBSERVACIONES:_____ _____ _____						

ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

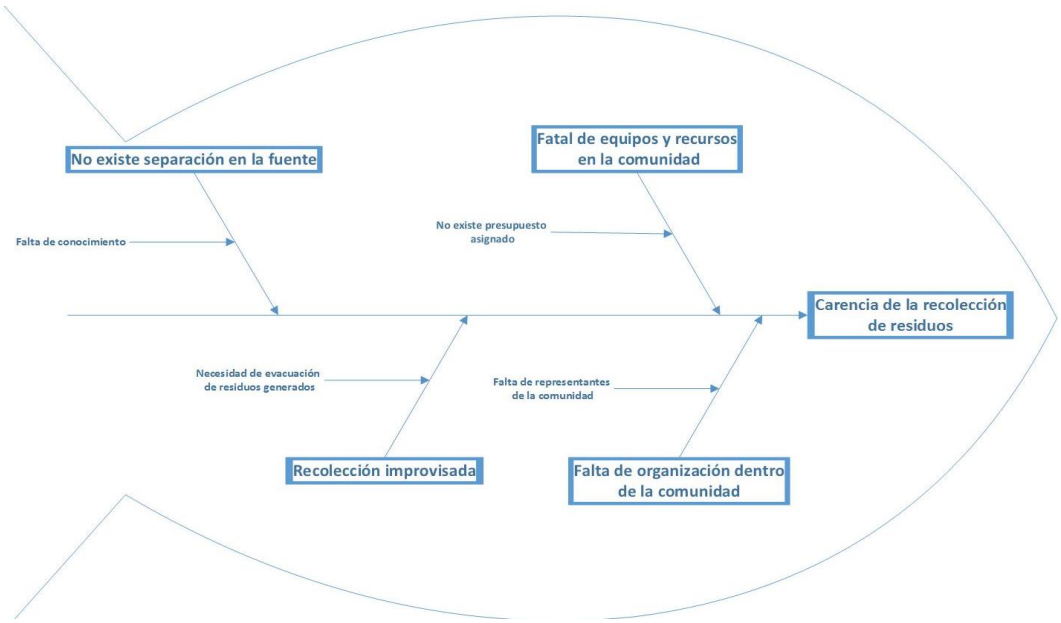
ANEXO VIII.- CROQUIS DE LA COMUNIDAD DE EL PORVENIR



ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

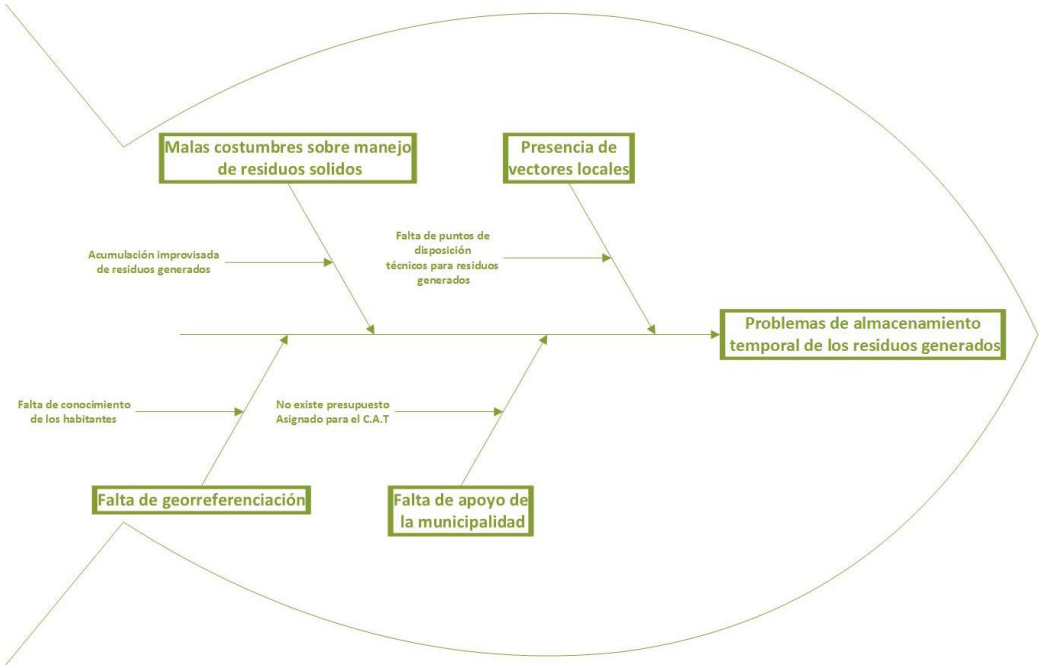
ANEXO IX.- DIAGRAMAS DE ISHIKAWA DE PROBLEMAS DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS.

Diagrama de problemas de recolección de residuos sólidos



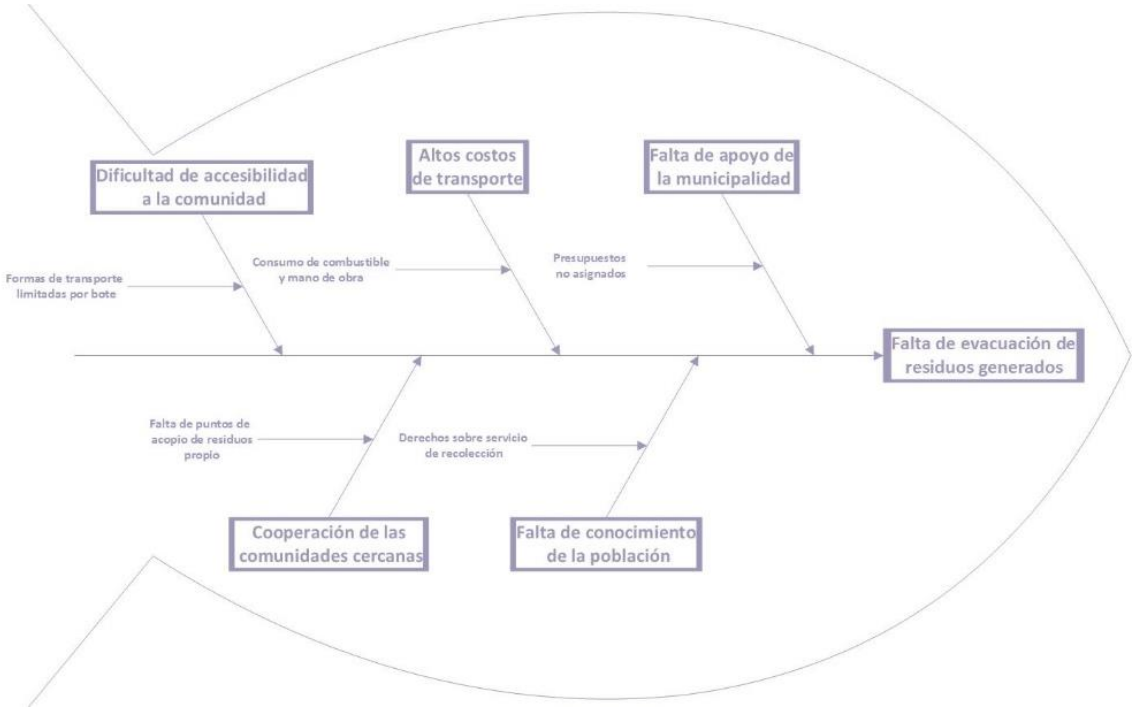
ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

Diagrama de problemas de almacenamiento temporal de residuos sólidos



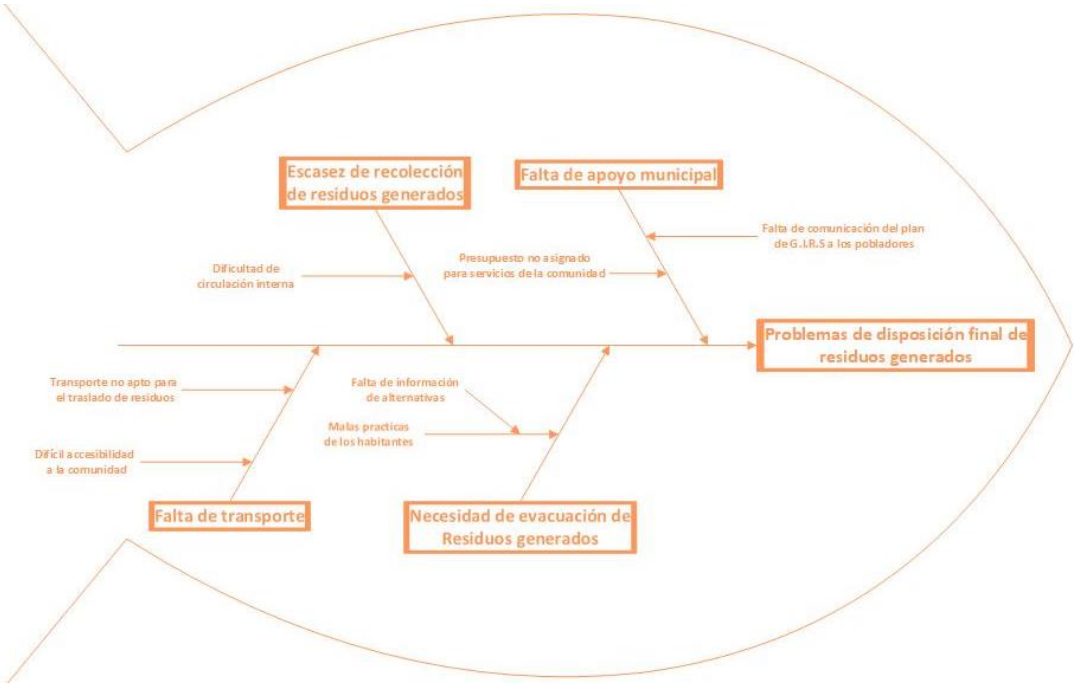
ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

Diagrama de problemas de evacuación de los residuos sólidos



ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

Diagrama de problemas de disposición final de residuos sólidos



ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

ANEXO X.- RANGOS Y MARACAS DE CLASE OBTENIDOS DE LA PRODUCCIÓN PER CÁPITA DIARIA.

CÓDIGO DE CASA	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 1 (A)	DÍA 2 (A)	DÍA 3 (A)	MC1	MC2	MC3
A1	0,50	0,49	0,44	,50 - ,60	,39 - ,49	,39 - ,49	0,55	0,44	0,44
A2	0,22	0,22	0,20	,17 - ,27	,17 - ,27	,17 - ,27	0,22	0,22	0,22
A3	0,10	0,23	0,29	,06 - ,16	,17 - ,27	,28 - ,38	0,11	0,22	0,33
A4	0,08	0,20	0,20	,06 - ,16	,17 - ,27	,17 - ,27	0,11	0,22	0,22
A5	0,35	0,55	0,60	,28 - ,38	,50 - ,60	,50 - ,60	0,33	0,55	0,55
A6	0,20	0,23	0,18	,17 - ,27	,17 - ,27	,17 - ,27	0,22	0,22	0,22
A7	0,39	0,70	0,32	,39 - ,49	,61 - ,71	,28 - ,38	0,44	0,66	0,33
A8	0,55	0,60	0,75	,50 - ,60	,50 - ,60	,72 - ,82	0,55	0,55	0,77
A9	0,44	0,46	0,40	,39 - ,49	,39 - ,49	,39 - ,49	0,44	0,44	0,44
A10	0,39	0,18	0,16	,39 - ,49	,17 - ,27	,06 - ,16	0,44	0,22	0,11
A11	0,35	0,48	0,46	,28 - ,38	,39 - ,49	,39 - ,49	0,33	0,44	0,44
A12	0,20	0,44	0,30	,17 - ,27	,39 - ,49	,28 - ,38	0,22	0,44	0,33
A14	0,61	0,40	0,35	,61 - ,71	,39 - ,49	,28 - ,38	0,66	0,44	0,33
A15	0,39	0,32	0,36	,39 - ,49	,28 - ,38	,28 - ,38	0,44	0,33	0,33
A16	0,95	0,60	1,75	,94 - 1,04	,50 - ,60	1,71 - 1,81	0,99	0,55	1,76
A17	0,40	0,50	0,40	,39 - ,49	,50 - ,60	,39 - ,49	0,44	0,55	0,44
A18	0,52	0,22	0,28	,50 - ,60	,17 - ,27	,28 - ,38	0,55	0,22	0,33
B1	0,70	1,00	0,65	,61 - ,71	,94 - 1,104	,61 - ,71	0,66	0,99	0,66
B2	0,20	0,50	0,55	,17 - ,27	,50 - ,60	,50 - ,60	0,22	0,55	0,55
B3	0,62	0,33	0,21	,61 - ,71	,28 - ,38	,17 - ,27	0,66	0,33	0,22
B4	0,11	0,15	0,20	,06 - ,16	,06 - ,16	,17 - ,27	0,11	0,11	0,22
B5	0,14	0,23	0,13	,06 - ,16	,17 - ,27	,06 - ,16	0,11	0,22	0,11
C1	0,34	0,31	0,29	,28 - ,38	,28 - ,38	,28 - ,38	0,33	0,33	0,33
C2	0,09	0,12	0,25	,06 - ,16	,06 - ,16	,17 - ,27	0,11	0,11	0,22
C3	0,10	0,25	0,28	,06 - ,16	,17 - ,27	,28 - ,38	0,11	0,22	0,33
C4	0,19	0,19	0,18	,17 - ,27	,17 - ,27	,17 - ,27	0,22	0,22	0,22
C5	0,18	0,15	0,07	,17 - ,27	,06 - ,16	,06 - ,16	0,22	0,11	0,11
C6	0,30	0,30	0,27	,28 - ,38	,28 - ,38	,17 - ,27	0,33	0,33	0,22
C7	0,29	0,29	0,18	,28 - ,38	,28 - ,38	,17 - ,27	0,33	0,33	0,22
C8	0,25	0,25	0,20	,17 - ,27	,17 - ,27	,17 - ,27	0,22	0,22	0,22
C9	0,60	0,16	0,17	,50 - ,60	,06 - ,16	,17 - ,27	0,55	0,11	0,22
C10	0,29	0,29	0,17	,28 - ,38	,28 - ,38	,17 - ,27	0,33	0,33	0,22
C11	0,20	0,13	0,16	,17 - ,27	,06 - ,16	,06 - ,16	0,22	0,11	0,11
C12	0,90	0,21	0,82	,83 - ,93	,17 - ,27	,72 - ,82	0,88	0,22	0,77
C13	0,05	0,27	0,34	0,0 - ,05	,17 - ,27	,28 - ,38	0,03	0,22	0,33
C14	0,25	0,34	0,50	,17 - ,27	,28 - ,38	,50 - ,60	0,22	0,33	0,55
C15	0,20	0,28	0,25	,17 - ,27	,28 - ,38	,17 - ,27	0,22	0,33	0,22
C17	0,10	0,10	0,10	,06 - ,16	,06 - ,16	,06 - ,16	0,11	0,11	0,11
C18	0,36	0,35	0,38	,28 - ,38	,28 - ,38	,28 - ,38	0,33	0,33	0,33

C19	0,24	0,24	0,23	,17 - ,27	,17 - ,27	,17 - ,27	0,22	0,22	0,22
C20	0,23	0,23	0,23	,17 - ,27	,17 - ,27	,17 - ,27	0,22	0,22	0,22
C21	1,25	0,95	0,80	1,16 - 1,26	,94 - 1,104	,72 - ,82	1,21	0,99	0,77
C22	0,13	0,15	0,22	,06 - ,16	,06 - ,16	,17 - ,27	0,11	0,11	0,22
C23	0,25	0,15	0,30	,17 - ,27	,06 - ,16	,28 - ,38	0,22	0,11	0,33
C24	0,25	0,15	0,27	,17 - ,27	,06 - ,16	,17 - ,27	0,22	0,11	0,22
C25	0,13	0,15	0,20	,06 - ,16	,06 - ,16	,17 - ,27	0,11	0,11	0,22

ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

ANEXO XI.- SERIE DE FRECUENCIAS PARA LA PRODUCCIÓN PER CAPTA DIARIA.

DÍA 1						
PPC (xi)	**(Yi)**	**(fi)**	**(fi)(Yi)**	**xi - x̄**	**(xi - x̄)^2**	**fi(xi - x̄)^2**
0 - 0,5	0,03	1,00	0,03	-0,32	0,10	0,10
0,06 - 0,16	0,11	9,00	0,99	-0,23	0,06	0,50
0,17 - 0,27	0,22	14,00	3,08	-0,12	0,02	0,22
0,28 - 0,38	0,33	7,00	2,31	-0,01	0,00	0,00
0,39 - 0,49	0,44	5,00	2,20	0,10	0,01	0,05
0,50 - 0,60	0,55	4,00	2,20	0,21	0,04	0,17
0,61 - 0,71	0,66	3,00	1,98	0,32	0,10	0,30
0,72 - 0,82	0,77	0,00	0,00	0,43	0,18	0,00
0,83 - 0,93	0,88	1,00	0,88	0,54	0,29	0,29
0,94 - 1,04	0,99	1,00	0,99	0,65	0,42	0,42
1,05 - 1,15	1,10	0,00	0,00	0,76	0,57	0,00
1,16 - 1,26	1,21	1,00	1,21	0,87	0,75	0,75
1,27 - 1,37	1,32	0,00	0,00	0,98	0,95	0,00
1,38 -1,48	1,43	0,00	0,00	1,09	1,18	0,00
1,49 - 1,59	1,54	0,00	0,00	1,20	1,43	0,00
1,60 - 1,70	1,65	0,00	0,00	1,31	1,70	0,00
1,71 - 1,81	1,76	0,00	0,00	1,42	2,00	0,00

ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

DÍA 2						
PPC	**Yi**	**fi**	**(fi)(Yi)**	**xi - x̄**	**(xi - x̄)^2**	**fi(xi - x̄)^2**
0 - 0,5	0,03	0	0	-0,295	0,09	0,00
0,06 - 0,16	0,11	10	1,1	-0,210	0,04	0,44
0,17 - 0,27	0,22	14	3,08	-0,100	0,01	0,14
0,28 - 0,38	0,33	9	2,97	0,010	0,00	0,00
0,39 - 0,49	0,44	5	2,2	0,120	0,01	0,07
0,50 - 0,60	0,55	5	2,75	0,230	0,05	0,26
0,61 - 0,71	0,66	1	0,66	0,340	0,12	0,12
0,72 - 0,82	0,77	0	0	0,450	0,20	0,00
0,83 - 0,93	0,88	0	0	0,560	0,31	0,00
0,94 - 1,04	0,99	2	1,98	0,670	0,45	0,90
1,05 - 1,15	1,10	0	0	0,780	0,61	0,00
1,16 - 1,26	1,21	0	0	0,890	0,79	0,00
1,27 - 1,37	1,32	0	0	1,000	1,00	0,00
1,38 -1,48	1,43	0	0	1,110	1,23	0,00
1,49 - 1,59	1,54	0	0	1,220	1,49	0,00
1,60 - 1,70	1,65	0	0	1,330	1,77	0,00
1,71 - 1,81	1,76	0	0	1,440	2,07	0,00

ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

DÍA 3						
PPC	**Yi**	**fi**	**(fi)(Yi)**	**xi - x̄**	**(xi - x̄)^2**	**fi(xi - x̄)^2**
0 - 0,5	0,03	0	0	-0,33	0,11	0,00
0,06 - 0,16	0,11	5	0,55	-0,24	0,06	0,30
0,17 - 0,27	0,22	18	3,96	-0,13	0,02	0,32
0,28 - 0,38	0,33	11	3,63	-0,02	0,00	0,01
0,39 - 0,49	0,44	4	1,76	0,09	0,01	0,03
0,50 - 0,60	0,55	3	1,65	0,20	0,04	0,12
0,61 - 0,71	0,66	1	0,66	0,31	0,09	0,09
0,72 - 0,82	0,77	3	2,31	0,42	0,17	0,52
0,83 - 0,93	0,88	0	0	0,53	0,28	0,00
0,94 - 1,04	0,99	0	0	0,64	0,40	0,00
1,05 - 1,15	1,10	0	0	0,75	0,56	0,00
1,16 - 1,26	1,21	0	0	0,86	0,73	0,00
1,27 - 1,37	1,32	0	0	0,97	0,93	0,00
1,38 -1,48	1,43	0	0	1,08	1,16	0,00
1,49 - 1,59	1,54	0	0	1,19	1,41	0,00
1,60 - 1,70	1,65	0	0	1,30	1,68	0,00
1,71 - 1,81	1,76	1	1,76	1,41	1,98	1,98

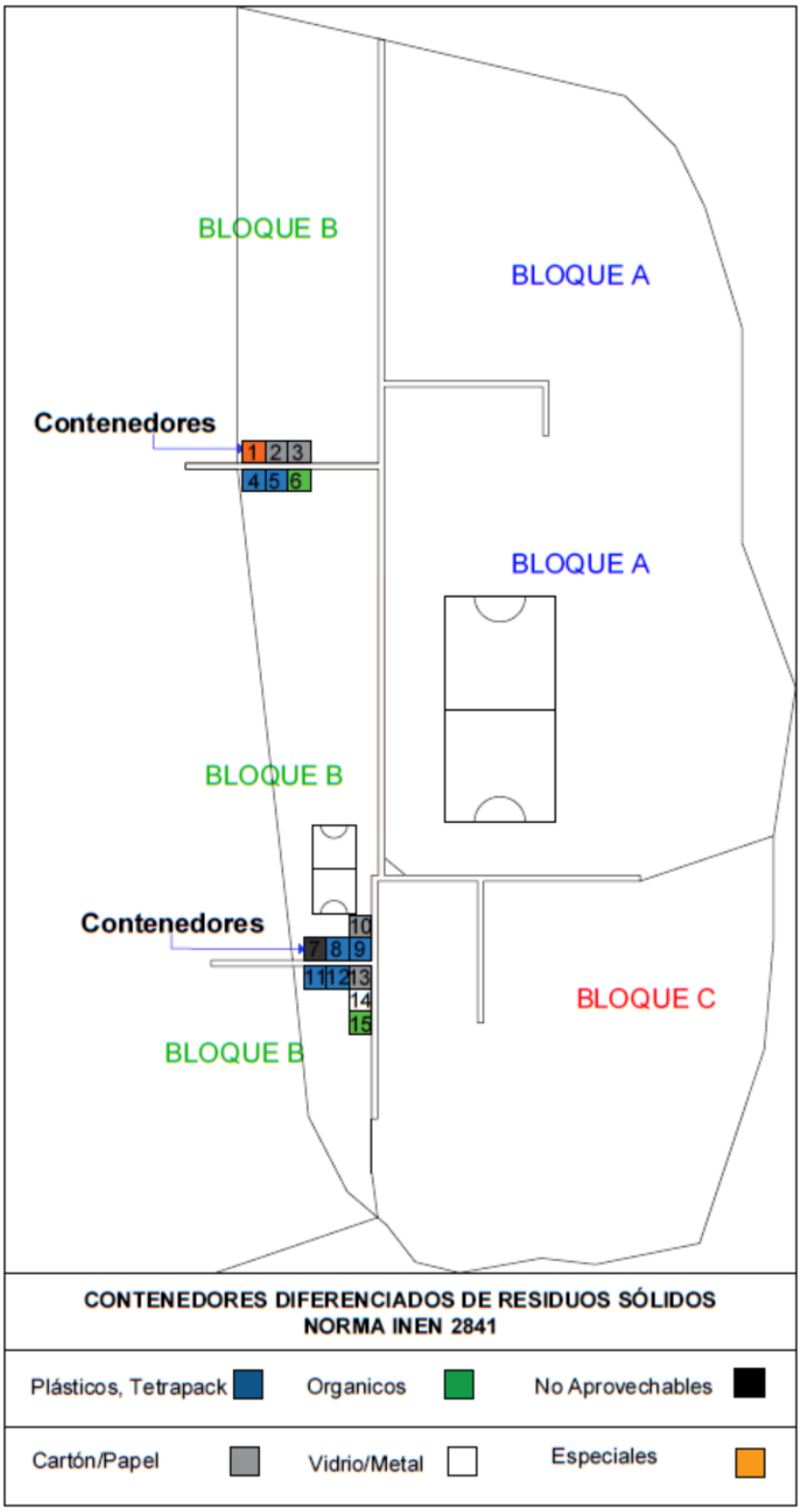
ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

ANEXO XII.- INTERVALO Y CALORES TÍPICOS DE DENSIDAD Y HUMEDAD DE ESPAÑA.

TIPO DE RESIDUO (NO COMPACTADOS)	DENSIDAD (kg/m³)		HUMEDAD (% DE PESO)	
	INTERVALO	VALOR TÍPICO	INTERVALO	VALOR TÍPICO
Residuos de comida	131 – 481	291	50 – 80	70
Papel	42 – 131	89	4 – 10	6
Cartón	42 – 80	50	4 – 8	5
Plásticos	42 – 131	65	1 – 4	2
Vidrio	160 – 481	196	1 – 4	2
Latas de metal	50 – 160	89	2 – 4	3
Aluminio	65 – 240	160	2 – 4	2
Otros metales	131 – 1 151	320	2 – 4	3
Textiles	42 – 101	65	6 – 15	10
Madera	131 – 320	237	15 – 40	20
Residuos de jardín	59 – 225	101	30 – 80	60

ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

ANEXO XIII.- UBICACIÓN DE CONTENEDORES DIFERENCIADOS EN LA COMUNIDAD DE EL PORVENIR.



ELABORADO: Custodio L. y Chiriboga A., 2018.

ANEXO XIV.- PRODUCCIÓN DE ESTIÉRCOL POR VACA

	Productivas	No productivas
	kg vaca^{-1} día^{-1}	
Estiércol	43.2	19.4
Orina	23.1	12.2
Total	66.3	31.6

Vacas productivas: peso promedio= 630 kg, IDMS= 21.7 kg y PC= 17.5 %.
Vacas secas: peso promedio= 755 kg, IDMS= 10.4 kg y PC= 13.3 %.
Vaquillas: peso promedio= 437 kg, IDMS= 8.34 kg y PC= 11.2 %.

FUENTE: Nennich, 2005.