

**DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ENERGÉTICA DE LOS RESIDUOS
SÓLIDOS URBANOS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS
EN LOS MUNICIPIOS CORINTO, SILVIA, Y CALOTO UBICADOS AL NORTE
DEL DEPARTAMENTO DEL CAUCA.**



EDGAR ARTURO MURILLO RUIZ

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y DESARROLLO SOSTENIBLE
INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
POPAYÁN 2017**

**DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ENERGÉTICA DE LOS RESIDUOS
SÓLIDOS URBANOS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS
EN LOS MUNICIPIOS CORINTO, SILVIA, Y CALOTO UBICADOS AL NORTE
DEL DEPARTAMENTO DEL CAUCA.**



EDGAR ARTURO MURILLO RUIZ

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Ambiental y Sanitario

Director:

Ing. Fabián Fernández Pabón.

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y DESARROLLO SOSTENIBLE
INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA**

POPAYÁN 2017

NOTA DE ACEPTACIÓN

El trabajo de grado titulado “DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ENERGÉTICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN LOS MUNICIPIOS CORINTO, CALOTO, Y SILVIA UBICADOS AL NORTE DEL DEPARTAMENTO DEL CAUCA” realizado por EDGAR ARTURO MURILLO RUIZ. Una vez revisado el escrito final y aprobado la sustentación del mismo, lo autorizan para que realicen la gestión administrativa correspondiente para optar el título de: Profesional en Ingeniería Ambiental y Sanitaria.

Firma del Director de Trabajo de Grado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

DEDICATORIA

Este trabajo de grado está dedicado primero que todo a Dios por haberme permitido culminar una de las etapas más importantes de mi vida, segundo agradecerles a mis padres que son las personas que siempre han estado pendiente para que este proyecto de vida lo sacara adelante enseñándome excelentes valores, también agradecerle a mis familiares que me ayudaron incondicionalmente en este proceso para que día a día fuera mejor persona.

Edgar Arturo Murillo Ruiz.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecerle principalmente a Dios y a mis padres por apoyarme en todo momento, gracias a su dedicación y compromiso han sido el pilar para llegar a cumplir este peldaño tan anhelado y que con mucho esfuerzo se ha realizado.

Quiero agradecerles a todas las personas que estuvieron presentes durante este proceso y que hoy por hoy me han ayudado a ser mejor persona, gracias por brindarme su amistad, compañía y todo su conocimiento para que llegara a cumplir este logro.

También me siento muy agradecido con todos los profesores que durante la carrera me brindaron su sabiduría y conocimiento, en especial al Ingeniero FABIÁN FERNÁNDEZ PABÓN que fue la persona que estuvo al tanto de todo mi proceso de tesis, también agradecerle ASERHI S.A.S E.S.P por brindarme la oportunidad de realizar mi trabajo de grado en tan prestigiosa empresa caucana y por tener la disposición de brindarme sus conocimientos y ser una guía para el cumplimiento de este objetivo.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	13
ABSTRACT.....	14
INTRODUCCIÓN	15
CAPITULO I: PROBLEMA	16
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	18
1.3 OBJETIVOS.....	19
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	19
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
CAPITULO II: MARCO REFERENCIAL.....	20
2.1. ANTECEDENTES.....	20
2.2. BASES TEÓRICAS.....	23
2.2.1. Residuos sólidos urbanos.....	23
2.2.2. Residuo solido aprovechable.....	23
2.2.3. Residuo solido no aprovechable.....	23
2.2.4. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS.....	23
2.2.4.1. Cantidad total de residuos sólidos recolectados al mes Ton/mes en el Municipio Corinto - Cauca	24
2.2.4.2. Cantidad total de residuos sólidos recolectados al mes Ton/mes en el Municipio Silvia – Cauca.	26
2.2.4.3. Cantidad total de residuos sólidos recolectados al mes Ton/mes en el Municipio Caloto – Cauca	29
2.3. MARCO GEOGRÁFICO.....	34
2.3.1. LOCALIZACIÓN	34
2.3.2. MARCO POBLACIONAL	35
2.4. BASES LEGALES.....	36
2.4.2. Ley 99 de 1993.....	36
2.4.3. Ley 1259 de 2008.....	36
2.4.4. Decreto 838 de 2005	36
2.4.5. Decreto 2981 de 2013	36
2.4.6. Resolución 288 de 2015.....	36

2.4.7. Resolución 754 de 2014	37
2.4.8. Ley 1715 de 2014	37
2.5. MARCO CONTEXTUAL	37
2.6. GLOSARIO	38
CAPITULO III METODOLOGÍA	39
3.1. Fase Uno: Determinar cantidad y características de los residuos sólidos urbanos - RSU	39
3.1.1. Primera actividad.....	39
3.1.2. Segunda actividad.....	39
3.1.3. Tercera actividad.....	40
3.2. Fase segunda: Determinación de la capacidad energética de los residuos sólidos urbanos – RSU	46
3.2.1. Primera actividad.....	47
3.3. Fase tres: análisis de información para la determinación energética de los residuos sólidos urbanos - RSU.	49
3.3.1. Primera actividad.....	49
CAPITULO IV: RESULTADOS	50
4.1. Datos Estadísticos de las tablas de resultado de los PGIRS de los municipios (Corinto, Silvia, Caloto)	50
4.2. Resultados de las encuestas.	53
4.3. Determinación del poder calorífico.	58
4.3.2 Conversión de Kcal/Kg a Kwh/Mes.	68
CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	73
5.1. Conclusiones.....	73
5.2. Recomendaciones.....	74
BIBLIOGRAFÍA	76
ANEXOS	81

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1 Datos de producción PVE TERSA	21
Tabla 2 Cifras claves de Klemetsrud AS	22
Tabla 3 Peso específico de los residuos sólidos generados en el Municipio de Corinto.....	24
Tabla 4 Composición Física de los Residuos Sólidos generados en el Municipio de Corinto.....	24
Tabla 5 Contenido de humedad de los residuos sólidos generados en el Municipio de Corinto.....	26
Tabla 6 Peso específico de los residuos sólidos generados en el Municipio de Silvia.	27
Tabla 7 Composición física de los residuos sólidos generados en el Municipio de Silvia.....	27
Tabla 8 Contenido de humedad de los residuos sólidos generados en el Municipio de Silvia.....	29
Tabla 9 Cantidad de los residuos sólidos generados en el Municipio de Caloto. ...	30
Tabla 10 Composición física de los residuos sólidos generados en el Municipio de Caloto.....	30
Tabla 11 Poder calorífico por tipo de residuo	47
Tabla 12 Determinación del poder calorífico superior de los residuos	48
Tabla 13 Formulas para la determinación del poder calorífico.	48
Tabla 14 Preguntas y repuestas de la encuesta realizada al municipio de Corinto.	54
Tabla 15 Preguntas y repuestas de la encuesta realizada al municipio de Silvia..	55
Tabla 16 Preguntas y repuestas de la encuesta realizada al municipio de Caloto.	56
Tabla 17 Denominación de los materiales.	59
Tabla 18 Contenido de humedad de los residuos sólidos generados en el Municipio de Corinto - Modificada.	60
Tabla 19 Contenido de humedad de los residuos papel y cartón en el municipio de Corinto.....	61
Tabla 20 Contenido de humedad de los residuos de comida, poda y Madera en el municipio de Corinto.....	61
Tabla 21 Contenido de humedad de los residuos de papel, cartón, comida, poda y Madera en el municipio de Corinto.....	62
Tabla 22 Contenido de humedad de los residuos papel y cartón en el municipio de Silvia.....	63
Tabla 23 Contenido de humedad de los residuos de comida, poda y Madera en el municipio de Silvia.....	64
Tabla 24 Contenido de humedad de los residuos de papel, cartón, comida, poda y Madera en el municipio de Silvia.....	64

Tabla 25 Contenido de humedad de los residuos papel y cartón en el municipio de Caloto.....	66
Tabla 26 Contenido de humedad de los residuos de comida, poda y Madera en el municipio de Caloto.....	66
Tabla 27 Contenido de humedad de los residuos de papel, cartón, comida, poda y Madera en el municipio de Caloto.....	67
Tabla 28 Formulas para la conversión de Kcal/Kg a Kwh/Mes	69
Tabla 29 Conversión de Kcal a KWh en el municipio de Corinto.....	70
Tabla 30 Conversión de Kcal a KWh en el municipio de Silvia.....	70
Tabla 31 Conversión de Kcal a KWh en el municipio de Caloto.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1 Ubicación del Departamento del Cauca, Norte del Cauca y los tres Municipios donde se va realizar el estudio (Corinto, Silvia, Caloto)	34
--	----

ÍNDICE DE GRAFICAS.

Grafica 1 Cantidad de residuos generados Kg/Día vs residuos de mayor generación durante el día (Kg/Día) en los tres municipios de acuerdo a los PGIRS.	50
Grafica 2 Cantidad (Ton) de residuos generados durante el mes en los tres municipios de acuerdo a los PGIRS.....	51
Grafica 3 Tipo de residuo de mayor humedad (%) Vs Tipo de residuo de menor humedad (%) en los tres municipios de acuerdo a los PGIRS.....	52
Grafica 4 Tipo de residuo de mayor peso específico (Kg/m ³) Vs Tipo de residuo de menor peso específico (Kg/m ³) en los tres municipios de acuerdo a los PGIRS..	53
Grafica 5 Contenido energético (Kcal/Kg) de los tres municipios (Corinto, Silvia y Caloto).....	68
Grafica 6 Cantidad de KWh/Mes que genera los residuos sólidos en los tres municipios,	71

ÍNDICE DE ANEXOS.

Anexo A. Encuesta al coordinador de disposición final y aseo de Emcorinto.	81
Anexo B. Encuesta al representante legal de la Asociación de Mujeres Recuperadoras y Transformadoras de Residuos Sólidos – Asofuturocorinto.	82
Anexo C. Documentos radicados en el municipio de Silvia solicitando información para poder desarrollo del proyecto.....	83
Anexo D Encuesta a la única persona que realiza la gestión del reciclaje en el municipio de Silvia.....	84
Anexo E. Encuesta al técnico administrativo de la oficina de agricultura y ambiente Caloto.....	85
Anexo F. Fotografías de las visitas de campo de los municipios de Corinto, Silvia, Caloto.....	86

RESUMEN

Este proyecto busca que la empresa ASERHI S.A.S E.S.P evalúe la viabilidad de aplicar modelos europeos de aprovechamiento energético de los residuos sólidos urbanos en el Departamento del Cauca y para ello se recopiló la caracterización de los residuos de los Municipios de Corinto, Silvia y Caloto con el fin de evaluar una alternativa de generación de energía limpia que logre abastecer a la industria del sector o hasta a la misma población y/o localidades cercanas. El trabajo de grado “determinación de la capacidad energética de los residuos sólidos urbanos para la generación de energías alternativas en los municipios Corinto, Silvia y Caloto ubicados al norte del departamento del cauca” se desarrolla a través de una metodología que acoge tres (3) fases, donde los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos - PGIRS de cada Municipio son fundamentales para el elaboración del proyecto debido que en ellos se encuentra la caracterización de los residuos sólidos urbanos.

Palabras claves: Aprovechamiento, residuos sólidos urbanos, capacidad energética, Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

ABSTRACT

This project seeks that the company ASERHI SAS ESP evaluate the viability of applying European models of energy use of solid urban waste in the Department of Cauca and for this purpose were characterized the waste of the Municipalities of Corinto, Silvia and Caloto in order that Can be a source of clean and alternative energy that can supply the industry sector or even the same population and / or localities nearby. The degree work "determination of the energy capacity of urban solid waste for the generation of alternative energy in the municipalities Corinto, Silvia and Caloto located north of the department of Cauca" is developed through a methodology that welcomes three (3) Phases, where the Integral Solid Waste Management Plans - PGIRS of each Municipality are fundamental for the elaboration of the project because they are the characterization of solid urban waste.

Keywords: Utilization, solid urban waste, energy capacity, Comprehensive Solid Waste Management Plans.

INTRODUCCIÓN

Los residuos sólidos urbanos - RSU en Colombia se están convirtiendo en un serio problema ambiental, social y económico [1], en el Departamento del Cauca, el aumento de los RSU se origina debido al crecimiento poblacional e industrial que tiene esta región por lo tanto es fundamental brindarles un tratamiento que consiste en la recolección, transporte y por último la disposición final o aprovechamiento [2]

En países como Holanda el 99% de los residuos sólidos son aprovechados como materias primas para la industria, en Alemania solo el 2% de residuos totales es dispuesto en un relleno sanitario y en Suecia hay fábricas que el 66 por ciento de su energía se genera a partir de residuos, por el contrario en Colombia de los 11,6 millones de toneladas que se generan al año, solo se aprovecha un 17% que no son más que recursos mal manejados. [3]

El aprovechamiento de los RSU se puede realizar de diferentes formas, una de ellas es para la generación de energía, esta es una tecnología nueva para países como Colombia que a pesar de que no se han implementado se requieren estudios que determinen la capacidad energética de los RSU para brindarle una posible solución.

Para identificar si estas tecnologías son posibles en el Departamento del Cauca se debe realizar una serie de estudios teniendo como base la caracterización de los RSU establecidos por los PGIRS que de acuerdo a la resolución 0754 del 25 de noviembre de 2014 por el cual se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos [4], deben estar actualizados para finales del año 2016.

Los Municipios de Corinto, Silvia y Caloto ya cuentan con un PGIRS actualizado, como lo establece el Decreto 1077 de 2015 [5], teniendo en cuenta los criterios para desarrollar el proyecto. Es necesario mencionar que por el número de habitantes la generación de los RSU en estos Municipios es poca a comparación de otros municipios, estableciendo que esta puede ser una limitación para la realización del estudio en el Departamento del Cauca.

CAPITULO I: PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A través de la historia, el ser humano ha utilizado los recursos naturales sin considerar las posibles afectaciones hechas al medio ambiente, hasta entonces la naturaleza había sido capaz de recuperarse de los daños causados; si se tiene en cuenta que la población aumenta cada vez más y por lo tanto la cantidad de residuos es cada día mas grande, sumado a la falta de conciencia y sensibilización ambiental sobre los impactos negativos que se generan al aire, el suelo y el agua. [6].

Entre las consecuencias más conocidas se encuentran eventos naturales como el fenómeno de “El Niño” causante de la sequía y reducción del nivel de los embalses. De esta manera Colombia coloca a prueba su sistema eléctrico Nacional ya que aproximadamente el 80% de la energía es aportada por las hidroeléctricas y el 20% lo aporta las termoeléctricas que en el momento atraviesan por una crisis financiera, pero con la llegada del fenómeno de “El Niño” las hidroeléctricas reducen su generación a un 52% y las termoeléctricas aumentan a un 48%. [7]

Por lo tanto la demanda de energía cada día es mayor y si bien es cierto que la generación de residuos sólidos urbanos es cada vez más alta y su manejo inadecuado trae graves problemas ambientales, en la actualidad se tiene una mirada hacia la implementación de nuevas alternativas de aprovechamiento de residuos entre las que se encuentra la obtención de energía eléctrica.

La implementación de energías con recursos no renovables también genera grandes impactos negativos al medio ambiente las cuales se derivan desde la transformación, transporte y uso final de la energía como lo es la producción de residuos, emisiones atmosféricas, contaminación de aguas y suelos, algunas prácticas de energías no renovables producen residuos radiactivos de difícil y costoso tratamiento; un ejemplo del agotamiento de las energías no renovables es España debido a que tienen una dependencia energética del exterior del 91% y

estas energías tienen un ciclo por lo que, al ritmo de consumo actual, terminarán agotándose o dejarán de ser, a medio plazo, económicamente rentables. [8]

En Colombia los rellenos sanitarios han sido por años la única alternativa sostenible para el manejo de los residuos urbanos, sin embargo la experiencia ha demostrado que la mayor parte de los problemas se hacen más visibles en el aspecto socioambiental [9], ya que el control por parte de las autoridades ambientales dentro de la operación de los rellenos sanitarios ha sido muy flexible permitiendo que estos se conviertan en un problema ambiental más para las regiones.

En particular el caso del relleno sanitario “Quita pereza” ubicado en el municipio de Santander de Quilichao, Departamento del Cauca, fue clausurado por sus múltiples problemas entre otros, la falta de seguimiento al vertimiento de lixiviados a la Quebrada Agua Mona, afluente del río Quilichao generando problemas ambientales y sanitarios en la región [10]; de esta manera gran parte de los municipios del Departamento del Cauca se han visto en la necesidad de crear nuevas alternativas sustentables para el manejo de los residuos sólidos urbanos, teniendo en cuenta que según informe de la Contraloría Departamental del Cauca, el 37% de los municipios Caucanos tienen problemas con botaderos de basura a cielo abierto; convirtiéndose en un tema de gran impacto ambiental negativo para el Departamento [11] generando serias consecuencias para la salud de las poblaciones aledañas, debido a la presencia de un sin número de gases como metano y dióxido de carbono, amoníaco y ácido sulfhídrico [12] e impactos ambientales tales como, contaminación atmosférica, suelo, agua, problemas paisajísticos, vectores, olores y ruido. [13]

En el Departamento del Cauca se encuentran ubicadas varias empresas prestadoras del servicio público de aseo, sin embargo, actualmente no hay una organización pública o privada que le dé un uso alternativo a los RSU (residuos sólidos urbanos), el tratamiento dado se agota en prácticas convencionales como los rellenos sanitarios, o las celdas transitorias, escaseando diferentes opciones como la implementación de plantas de incineración de residuos, generación de

energías limpias o estaciones de clasificación y aprovechamiento de los residuos reciclables y orgánicos.

1.2. JUSTIFICACIÓN

La falta de un diagnóstico actualizado que ofrezca información real acerca de la generación, cantidad, tipo de residuo y la disposición final de los residuos en el Departamento del Cauca y en especial de los municipios de Silvia, Corinto y Caloto objeto del estudio y que permita conocer el estado actual de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos - PGIRS, implica que no se ha realizado un estudio previo sobre la capacidad calorífica de los residuos sólidos urbanos - RSU; por lo tanto no existe una información veraz que permita implementar nuevas tecnologías para la región como el aporte a la generación de energías sustentables y renovables y así sustituir métodos tradicionales como rellenos sanitarios, celdas transitorias o botaderos a cielo abierto que generan pasivos ambientales.

Con este proyecto se obtendrán datos exactos que servirán para la toma de decisiones relacionadas con la implementación de alternativas o tecnologías de valoración energética o energías renovables utilizando los residuos sólidos urbanos-RSU y evaluar la aplicación de modelos europeos sobre este tipo de tecnologías que consisten en aprovechar el calor emitido por la combustión de los residuos y así producir energía de tal manera que pueda abastecer la misma industria, la población aledaña y se conviertan en nuevas formas de abastecimiento energético para estos municipios.

ASERHI S.A.S E.S.P busca minimizar o eliminar el uso de los rellenos sanitarios con el fin de limitar los pasivos e impactos negativos al medioambiente e implementar plantas de incineración con valorización energética y aprovechamiento en el Departamento debido a que se recupera de 600 kWh a 800 kWh por tonelada de RSU, mientras que en un relleno sanitario se logran recuperar de 50 kWh a 70 kWh por tonelada de RSU, es importante mencionar que la degradación de los RSU en los rellenos sanitarios toma de 100 a 150 años mientras que las tecnologías que pretenden innovar a la región tomarían solo unos cuantos minutos en reducir el

volumen de los residuos sólidos urbanos - RSU; la incineración permite recuperar 25 kg de metales por tonelada de residuos sólidos urbanos- RSU, mientras que en el relleno sanitario es imposible recuperar alguno. [14]

Otro propósito de la investigación es definir las estrategias y alternativas para el uso y aprovechamiento de los residuos a través de la generación de energía, reciclaje y compostaje. La empresa se proyecta a la creación de procesos de innovación ambiental para evitar que los residuos sólidos que se acumulan en rellenos sanitarios liberen altas cantidades de gas metano que es una causa directa del calentamiento global [15]; el objetivo es lograr una coordinación institucional para optimizar un manejo integral de los residuos que “pueden ser vistos como materia prima para generar energía y plantas de gasificación y pirolisis” [15].

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la capacidad de generación energética de los residuos sólidos urbanos (RSU) de los municipios de Corinto, Caloto, y Silvia ubicados en la zona Norte del Departamento del Cauca.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar la cantidad y el porcentaje de la clase de residuos generados en los municipios.
- Determinar la capacidad de energía que puede generar los residuos sólidos urbanos en cada uno de los municipios (Corinto, Caloto, y Silvia) del Departamento del Cauca.
- Realizar el análisis detallado de la información obtenida teniendo en cuenta el tipo de RSU generado para las proyecciones de su aprovechamiento y aplicaciones de nuevas tecnologías.

CAPITULO II: MARCO REFERENCIAL

2.1. ANTECEDENTES

A nivel global se han realizado infinidad de investigaciones y proyectos de energías alternativas específicamente provenientes del aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos generados por los habitantes de áreas específicas, los gobiernos han indagado sobre el “costo-beneficio” que brindan estas nuevas tecnologías son bastante rentables. A continuación, se presentan algunas estructuras que han sido implementadas en diferentes partes y que sirven para la sustentación de este proyecto.

- **Asociación de Empresas de Valorización Energética de Residuos Urbanos (AEVERSU)**

Esta empresa agrupa a diez compañías que están distribuidas nueve en España y una en Andorra, estas realizan el aprovechamiento energéticamente de los residuos urbanos no reciclables para producir electricidad o vapor, evitando así que la disposición final de los RSU sea en un relleno sanitario o en algún vertedero. [16]

- **Tratamiento y Selección de Residuos S.A. (TERSA)**

La Planta de Valorización Energética ubicada en Sant Adrià de Besòs (Barcelona) es una compañía que realiza el proceso de minimizar el volumen de los residuos mediante la combustión y que aprovecha la energía que genera este proceso, para producir vapor y electricidad. Su objetivo es disminuir el impacto ambiental que provocan los residuos sólidos y contribuir al bienestar de las personas. [17]

Tiene una capacidad máxima de 8.400 horas aproximadamente el 95.9% del año, su capacidad de incineración es de 14,5 ton/h y trabaja con una temperatura de combustión de 900° C no sin antes mencionar que esta compañía cuenta con políticas integradas como lo son la ISO 14001:2014, ISO 9001:2008, ISO 18001:2007 y la evaluación de eficiencia energética (R1). [17]

Tabla 1 Datos de producción PVE TERSA

PRODUCCIÓN PVE	2012	2013	2014	2015	2016
INCINERACIÓN					
Residuos municipales tratados (tn)	287.057	299.538	291.037	351.103	363.261
Capacidad mecánica de valorización por horno (tn/h)	14,58	14.09	15,12	14,78	15,05
% Rendimiento horario (H. funcionamiento/H. Totales)	74,73	80,90	73,27	90,40	91,32
ELECTRICIDAD (MWh)					
Producción	135.729	172.566	164.436	207.414	204.491
Venta	115.829	140.787	128.278	166.986	168.742
Captación	491	350	343	236	733
Autoconsumo	20.036	22.063	20.699	23.489	22.939
kWh consumidos por tn. incinerada	69,8	73,7	71,1	66,9	63,1
Kwh producidos por tn. incinerada	473	576	565	591	563
ESCORIAS (tn)					
Escorias (incluye chatarra)	59.165	62.251	59.285	67.468	71.188
% por tn. Incinerada	20,6	20,8	20,4	19,2	19,6
Cenizas (tn)	9.942	10.582	10.365	12.645	12.499
% por tn. Incinerada	3,5	3,5	3,6	3,6	3,4
VENTA VAPOR					
Vapor vendido distrclima (tn)	68.042	76.295	75.102	75.822	78.012
Equivalencia vapor Mwhe	8.801	9.956	15.802	13.976	13.544

Fuente: TERSA.

- **Zabalgarbi S.A**

En el año 2005 comenzó a operar tras un año de pruebas, finalmente se inclinaron por el “sistema SENER” que fue la adaptación de la tecnología de

las plantas de ciclo combinado de gas a las modernas plantas de valorización energética de residuos municipales, esta moderna tecnología mejora cualitativa y cuantitativamente los rendimientos de las modernas plantas de valorización energética, tal como fue reconocido por la Dirección General XVII de la Comisión Europea que concedió al proyecto el máximo reconocimiento y ayuda económica, a través del Programa Thermie. [18]

- **Planta Klemetsrud AS – Oslo, Noruega**

La planta Klemetsrud AS su funcionamiento en empezó 1985 con el pasar del tiempo hubo la necesidad de generar nuevas extensiones, una de ellas es la nueva línea incinerador que llegó en 2011. Klemetsrud realiza el reciclaje de residuos domésticos y comerciales de Oslo, la energía térmica que proporciona esta planta se utiliza para producir agua caliente, que se utiliza en los sistemas de calefacción de distrito de Oslo y la producción de electricidad. [19]

Esta compañía recibe residuos de industrias de alimentos y otros que no están cubiertos por el sistema de gestión de residuos de la ciudad, para que los residuos sean recolectados tienen que tener más del 10% de la materia orgánica húmeda como por ejemplo el cartón, plástico y residuos industriales. [19]

Tabla 2 Cifras claves de Klemetsrud AS

Periodo 2015	
Residuos Sólidos Urbanos	157.000 Ton
Calefacción Urbana	634 GWh
Electricidad producida	79,6 GWh
Madera tratada	198 Ton
Combustión directa	2.676
Residuos Patológicos	1Ton

Fuente: Klemetsrud AS. Modificación propia.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Residuos sólidos urbanos.

Los residuos sólidos urbanos son cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final. Los residuos sólidos se dividen en aprovechables y no aprovechables. Igualmente, se consideran como residuos sólidos aquellos provenientes del barrido de áreas públicas. [20]

2.2.2. Residuo solido aprovechable

Es cualquier material, objeto, sustancia o elemento sólido que no tiene valor de uso directo o indirecto para quien lo genere, pero que es susceptible de incorporación a un proceso productivo. [20]

2.2.3. Residuo solido no aprovechable

Un residuo solido no aprovechable es todo material o sustancia sólida o semisólida de origen orgánico e inorgánico, putrescible o no, proveniente de actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que no ofrece ninguna posibilidad de aprovechamiento, reutilización o reincorporación en un proceso productivo. Son residuos sólidos que no tienen ningún valor comercial, requieren tratamiento y disposición final y por lo tanto generan costos de disposición. [20]

2.2.4. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS

Es el instrumento de planeación municipal o regional que contiene un conjunto ordenado de objetivos, metas, programas, proyectos, actividades y recursos definidos por uno o más entes territoriales para el manejo de los residuos sólidos, fundamentado en la política de gestión integral de los mismos, el cual se ejecutará durante un período determinado, basándose en un diagnóstico inicial, en su proyección hacia el futuro y en un plan financiero viable que permita garantizar el mejoramiento continuo del manejo de residuos sólidos y la prestación del servicio

de aseo a nivel municipal o regional, evaluado a través de la medición permanente de resultados. [21]

2.2.4.1. Cantidad total de residuos sólidos recolectados al mes Ton/mes en el Municipio Corinto - Cauca

De acuerdo al cálculo y a la caracterización realizada en la cabecera municipal de Corinto, se registran aproximadamente un total de 160,7 Ton/mes de residuos sólidos, teniendo en cuenta que en el casco urbano del municipio no hay presencia de alguna industria, solamente pequeños comerciantes, los residuos sólidos que se disponen en el sitio de disposición final son de tipo doméstico. [22]

Tabla 3 Peso específico de los residuos sólidos generados en el Municipio de Corinto

MATERIAL	PESO UNITARIO (kg/m³) Típico
PAPEL	89
CARTÓN	50
VIDRIO	196
PLÁSTICO	65
CHATARRA FERROSA	900
CHATARRA NO FERROSA	320
RESIDUOS DE COMIDA	291
RESIDUOS DE PODA	148
MADERA	237

Fuente: Plan de Gestión Integral Residuos Sólidos – Corinto.

Caracterización de residuos

La caracterización se realizó en el mes de agosto del año de 2015 en la zona rural y en el casco urbano la cual se realizó siguiendo los lineamientos estipulados en el Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS 2012) que permitió observar el potencial de reutilización, reciclaje y aprovechamiento de los residuos sólidos generados, teniendo en cuenta que el residuo que más se generó fue el de materia orgánica y de la misma manera la generación de plásticos, vidrio, cartón y papel, entre otros, facilitarían los procesos sobre el manejo integral de los residuos en el Municipio. [22]

Tabla 4 Composición Física de los Residuos Sólidos generados en el Municipio de Corinto.

MATERIAL	MATERIAL	KG/DÍA	PROMEDIO %	KG/MES	TON/MES
PAPEL	Blanco de primera	208,94	3,90	6.268,17	6,27
	Archivo	144,30	2,69	4.329,11	4,33
	Directorio	118,67	2,22	3.560,05	3,56
	Revista	89,26	1,67	2.677,93	2,68
	Periódico	77,53	1,45	2.326,00	2,33
	Subtotal	638,71	11,92	19.161,26	19,16
CARTÓN	Kraft	34,52	0,64	1.035,62	1,04
	Corrugado	151,30	2,82	4.539,07	4,54
	Plegadiza	39,19	0,73	1.175,62	1,18
	Subtotal	225,01	4,20	6.750,32	6,75
VIDRIO	Vidrio transparente	34,48	0,64	1.034,26	1,03
	Vidrio ámbar	88,88	1,66	2.666,31	2,67
	Vidrio verde	49,58	0,93	1.487,46	1,49
	Subtotal	172,93	3,23	5.188,02	5,19
PLÁSTICO	PET – teraftalato de polietileno	299,51	5,59	8.985,26	8,99
	PEAD – Polietileno de alta densidad	240,18	4,48	7.205,39	7,21
	PVC – Policloruro de vinilo	15,62	0,29	468,50	0,47
	PEBD – polietileno de baja densidad	369,00	6,89	11.069,88	11,07
	PP - Polipropileno	24,55	0,46	736,55	0,74
	PS – Poliestireno	20,67	0,39	620,10	0,62
	Otros – resinas de plásticos o mezclas	35,89	0,67	1.076,70	1,08
	Subtotal	1.005,41	18,77	30.162,36	30,16
CHATARRA FERROSA	Total chatarra ferrosa	70,05	1,31	2.101,37	2,10
	Aluminio	16,52	0,31	495,69	0,50

CHATARRA NO FERROSA	Cobre	0,00	0,00	0,00	0,00
	RCD	0,00	0,00	0,00	0,00
	Subtotal	16,52	0,31	495,69	0,50
OTROS	Otros	230,95	4,31	6.928,55	6,93
RESIDUOS DE COMIDA	Residuos de comida y alimentos	2.997,79	55,59	89.333,74	89,33
RESIDUOS DE PODA	Residuos de poda de árboles y corte de césped	12,8	0,2	384,9	0,4
MADERA	Madera	6,46	0,12	193,79	0,19
	TOTAL	5.357	100,00	160.700,00	160,70

Fuente: Fuente: Plan de Gestión Integral Residuos Sólidos – Corinto.

Tabla 5 Contenido de humedad de los residuos sólidos generados en el Municipio de Corinto.

Material	Contenido de humedad (%)	Humedad (Kg)	Peso seco (Kg)
PAPEL	6	38,2	597,77
CARTÓN	5	11,20	212,83
VIDRIO	2	3,44	168,74
PLÁSTICO	2	20,02	981,01
CHATARRA FERROSA	3	2,09	67,68
CHATARRA NO FERROSA	2	0,33	16,12
OTROS	8	18,40	211,53
RESIDUOS DE COMIDA	70	2.075,37	889,43
RESIDUOS DE PODA	60	7,66	5,11
MADERA	20	1,29	5,15

Fuente: Fuente: Plan de Gestión Integral Residuos Sólidos – Corinto.

2.2.4.2. Cantidad total de residuos sólidos recolectados al mes Ton/mes en el Municipio Silvia – Cauca.

Para el año 2015, el promedio de residuos sólidos dispuestos en el relleno sanitario los “picachos” del municipio de Popayán es de 349,31 Ton, lo que mensualmente equivale a 29,11 Ton/mes, teniendo en cuenta que en el casco urbano del municipio

de Silvia no hay presencia del sector industrial, solo una empresa privada que genera residuos especiales y/o peligrosos a los cuales les da tratamiento son recogidos y la empresa que se encarga del tratamiento se llama ASERHI S.A.S E.S.P. [23]

Tabla 6 Peso específico de los residuos sólidos generados en el Municipio de Silvia.

MATERIAL	PESO UNITARIO (Kg/m3) TÍPICO
PAPEL	89
CARTÓN	50
VIDRIO	196
PLÁSTICO	65
CHATARRA FERROSA	900
CHATARRA NO FERROSA	320
RESIDUOS DE COMIDA	291
RESIDUOS DE PODA	148
MADERA	237

Fuente: Plan de Gestión Integral Residuos Sólidos – Silvia.

➤ Caracterización de residuos

La caracterización de los residuos sólidos se realizó durante dieciocho días (18) iniciando el 10 de octubre hasta el 28 de octubre del año 2016; las actividades se realizaron con el fin de conocer la composición física de los residuos de acuerdo a los lineamientos estipulados en el Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS 2012), el cual permite conocer el potencial de reutilización, reciclaje y aprovechamiento de los residuos sólidos generados. [23]

Tabla 7 Composición física de los residuos sólidos generados en el Municipio de Silvia

MATERIAL	MATERIAL	KG/DÍA	PROMEDIO %	KG/MES	TON/MES
PAPEL	Blanco de primera	105,04	6,23	3.151,10	3,15
	Archivo	72,45	4,30	2.173,62	2,17
	Directorio	2,69	0,16	80,61	0,08
	Revista	24,06	1,43	721,77	0,72
	Periódico	40,80	2,42	1.224,06	1,22
	Subtotal	245,04	14,55	7.351,15	7,35
CARTÓN	Kraft	21,47	1,27	644,25	0,64
	Corrugado	26,27	1,56	788,22	0,79

	Plegadiza	31,75	1,88	952,60	0,95
	Subtotal	79,50	4,72	2.385,07	2,39
VIDRIO	Vidrio transparente	19,73	1,17	591,84	0,59
	Vidrio ámbar	0,15	0,01	4,57	0,00
	Vidrio verde	4,61	0,27	138,26	0,14
	Subtotal	24,49	1,45	734,67	0,73
PLÁSTICO	PET – teraftalato de polietileno	92,87	5,51	2.785,97	2,79
	PEAD – Polietileno de alta densidad	25,83	1,53	774,91	0,77
	PVC – Policloruro de vinilo	18,79	1,12	563,64	0,56
	PEBD – polietileno de baja densidad	90,48	5,37	2.714,52	2,71
	PP - Polipropileno	4,03	0,24	120,82	0,12
	PS – Poliestireno	6,40	0,38	192,10	0,19
	Otros – resinas de plásticos o mezclas	112,77	6,69	3.383,06	3,38
		Subtotal	351,17	20,84	10.535,01
CHATARRA FERROSA	Total chatarra ferrosa	7,60	0,45	227,86	0,23
CHATARRA NO FERROSA	Aluminio	17,86	1,06	535,76	0,54
	Cobre	0,47	0,03	13,99	0,01
	RCD	3,56	0,21	106,71	0,11
	Subtotal	21,88	1,30	656,46	0,66
OTROS	Otros	23,76	1,41	712,67	0,71
RESIDUOS DE COMIDA	Residuos de comida y alimentos	798,37	47,39	23.952,03	23,95
RESIDUOS DE PODA	Residuos de poda de árboles y	0,6	0,03	17,45	0,0

	corte de césped				
MADERA	Madera	5,26	0,31	157,71	0,16
OTROS (Cuales)	Residuos higiénicos y de barrido	127,03	7,54	3.810,90	3,81
	TOTAL	1.684,67	100,00	50.540,00	50,54

Fuente: Plan de Gestión Integral Residuos Sólidos – Silvia.

Tabla 8 Contenido de humedad de los residuos sólidos generados en el Municipio de Silvia

MATERIAL	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	HUMEDAD (Kg)	PESO SECO (Kg)	MUESTRA (Kg)
PAPEL	6	14,70	230,34	245,04
CARTÓN	5	3,98	75,53	79,50
VIDRIO	2	0,49	24,00	24,49
PLÁSTICO	2	7,02	344,14	351,17
CHATARRA FERROSA	3	0,23	7,37	7,60
CHATARRA NO FERROSA	2	0,44	21,44	21,88
OTROS	2	0,48	23,28	23,76
RESIDUOS DE COMIDA	70	558,86	239,51	798,37
RESIDUOS DE PODA	60	0,35	0,23	0,58
MADERA	20	1,05	4,21	5,26
OTROS (Cuales)	8	10,16	116,87	127,03
			1086,92	1684,67
			HUMEDAD =	35%

Fuente: Plan de Gestión Integral Residuos Sólidos – Silvia.

2.2.4.3. Cantidad total de residuos sólidos recolectados al mes Ton/mes en el Municipio Caloto – Cauca

La cantidad de residuos sólidos se determinó a través de los registros de disposición final que reporta la empresa de INTERASEO DEL VALLE S.A E.S.P del mes de diciembre del año 2015, de enero y abril del año 2016, es necesario decir que hay que tener en cuenta que el casco urbano del municipio no tiene industrias, por lo tanto la generación es solamente de residuos domésticos y de

pequeños comerciantes, los cuales se disponen en el Relleno Sanitario Colombia - El Guabal) ubicado en el Municipio de Yotoco del Departamento del Valle. [24]

Tabla 9 Cantidad de los residuos sólidos generados en el Municipio de Caloto.

MES	CANTIDAD (Ton/mes)
Diciembre 2015	109,870
Enero 2016	101,290
Abril 2016	99,55
PROMEDIO	103,57

Fuente: Plan de Gestión Integral Residuos Sólidos – Caloto.

➤ Caracterización de residuos

Para poder cumplir con la clasificación de los residuos sólidos se realizó un muestreo que duro siete días continuos, con el fin de identificar el tipo de material y la cantidad de residuos generados por vivienda y de conocer la composición de los residuos conforme a los lineamientos estipulados en el Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS 2012), que sirvió de apoyo para realizar una caracterización, que permitiera comprender las principales características como componentes, propiedades y producciones. [24]

Tabla 10 Composición física de los residuos sólidos generados en el Municipio de Caloto.

MATERIAL	MATERIA L	KG/DÍ A	PROMEDI O %	KG/ME S	TON/ME S
PAPEL	Blanco de primera	32,13	1,34	963,84	0,96
	Archivo	8,98	0,38	269,30	0,27
	Directorio	7,38	0,31	221,49	0,22
	Revista	17,33	0,72	519,81	0,52
	Periódico	31,62	1,32	948,60	0,95
	Subtotal	97,43	4,07	2.923,04	2,92
CARTÓN	Kraft	13,03	0,54	391,00	0,39
	Corrugado	21,65	0,90	649,45	0,65
	Plegadiza	24,21	1,01	726,27	0,73
	Subtotal	58,89	2,46	1.766,72	1,77
VIDRIO	Vidrio transparente	56,34	2,35	1.690,32	1,69

	Vidrio ámbar	5,95	0,25	178,49	0,18
	Vidrio verde	5,68	0,24	170,35	0,17
	Subtotal	67,97	2,84	2.039,15	2,04
PLÁSTICO	PET – teraftalato de polietileno	71,90	3,00	2.157,10	2,16
	PEAD – Polietileno de alta densidad	17,35	0,72	520,44	0,52
	PVC – Policloruro de vinilo	22,16	0,93	664,90	0,66
	PEBD – polietileno de baja densidad	104,01	4,36	3.120,32	3,12
	PP - Polipropileno	38,41	1,61	1.152,35	1,15
	PS – Poliestireno	34,45	1,44	1.033,56	1,03
	Otros – resinas de plásticos o mezclas	51,99	2,17	1.559,64	1,56
	Subtotal	340,28	14,22	10.208,30	10,21
CHATARRA FERROSA	Total chatarra ferrosa	1,60	0,07	48,01	0,05
CHATARRA NO FERROSA	Aluminio	20,21	0,84	606,24	0,61
	Cobre	0,00	0,00	0,00	0,00
	Subtotal	20,21	0,84	606,24	0,61
RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	RCD	0,84	0,03	25,05	0,03
OTROS RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRODOMÉSTICOS (RAEE)	Otros	5,37	0,22	160,95	0,16

RESIDUOS DE COMIDA	Residuos de comida y alimentos	1.587,5 1	66,34	47.625,3 6	47,63
RESIDUOS DE PODA	Residuos de poda de árboles y corte de césped	8,84	0,37	265,12	0,27
MADERA	Madera	2,41	0,10	72,23	0,07
Otros (cuales)	Otros (Cuales)	201,58	8,42	6.047,32	6,05
	TOTAL	2.392,9 2	100,00	71.787,5 0	71,79

Fuente: Plan de Gestión Integral Residuos Sólidos – Caloto.

Plan de desarrollo nacional

En cuanto a la gestión integral de residuos sólidos a nivel nacional, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, en coordinación con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, desarrolla políticas y regulaciones orientadas a fortalecer la gestión a través de modelos regionales que generen economías de escala e incentiven inversiones para asegurar sistemas adecuados de prestación del servicio público de aseo y sus actividades de disposición final y aprovechamiento, a partir de los planes integrales de gestión de residuos sólidos. El Gobierno nacional genera incentivos al aprovechamiento y el Ministerio de Vivienda reglamentará un esquema operativo de la actividad de aprovechamiento, así como se establece la caducidad para el cumplimiento de las obligaciones que deben atender los recicladores de oficio, formalizados como personas prestadoras de la actividad de aprovechamiento en el servicio público de aseo. [25]

Caracterización de los residuos sólidos

Es la determinación de las características cualitativas y cuantitativas de los residuos sólidos, identificando sus contenidos y propiedades [26], además permite observar el potencial de reutilización, reciclaje y aprovechamiento de los residuos sólidos generados, teniendo como factor de mayor importancia la producción de materia orgánica y contemplando las bondades en la generación de plásticos, vidrio, cartón

y papel, entre otros, que facilitarían los procesos concernientes al manejo integral de los residuos en el Municipio. [22]

Caracterización física de los residuos sólidos

La caracterización física busca conocer la composición gravimétrica (%), el peso específico (Kg/m³), compresibilidad (%) y producción per cápita (Kg/hab/día) [27], para así describir la forma de separar los subproductos que componen la basura. [28]

Caracterización química de los residuos sólidos

La caracterización química identifica el poder calorífico (Kcal/Kg), potencial de hidrógeno (Ph) y su composición química (%) [27], para conocer las posibles alternativas que hay para el tratamiento de los Residuos sólidos. [28]

Energías alternativas o renovables

Se conocen como energías renovables aquellas que se producen de forma continua y que son inagotables a escala humana, existen diferentes fuentes de energía renovables, dependiendo de los recursos naturales utilizados para la generación de energía como el sol, el viento, los cuerpos de agua, la vegetación o el calor interior de la tierra. [29]

Biomasa

Se define como el conjunto de materia orgánica renovable de origen vegetal, animal o procedente de la transformación natural o artificial de la misma, la Biomasa, al igual que otras fuentes de energías renovables, se caracteriza principalmente por su menor impacto ambiental, su carácter de recurso autóctono y su sustentabilidad basada en una fuente de suministro energético inagotable, lógicamente con un uso y gestión adecuados. [30]

Biomasa residual

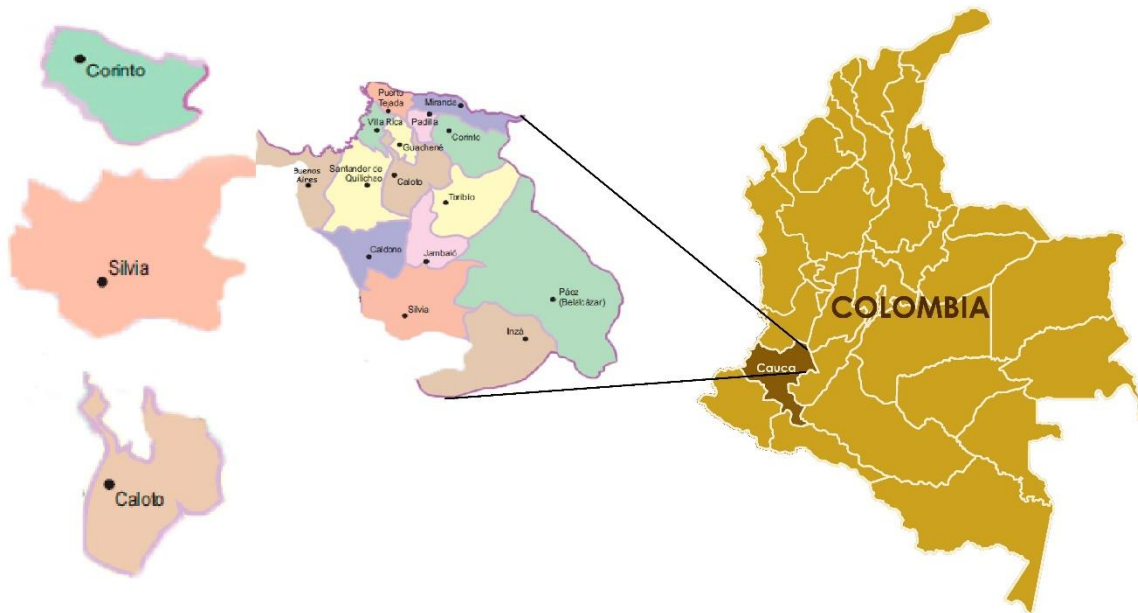
Incluye los residuos forestales y agrícolas, los residuos de industrias forestales y agrícolas, los residuos sólidos urbanos y los residuos biodegradables, tales como efluentes ganaderos, lodos depurados, aguas residuales urbanas y otras. [30]

2.3. MARCO GEOGRÁFICO

2.3.1. LOCALIZACIÓN

El estudio se desarrolló en el Norte del Departamento del Cauca (Ver Figura 1), exactamente en los Municipios de Corinto, Silvia y Caloto que están ubicados entre la Región Andina y Pacífica del Departamento del Cauca.

Figura 1 Ubicación del Departamento del Cauca, Norte del Cauca y los tres Municipios donde se va realizar el estudio (Corinto, Silvia, Caloto)



Fuente: Google Maps. Modificación propia.

Es importante mencionar que el estudio se realizó en los tres Municipios (Corinto, Silvia y Caloto) los cuales fueron escogidos por su nivel de complejidad poblacional que es mayor o cercano a los 25.000 habitantes por municipio de la misma manera se tuvo en cuenta que el acceso fuera fácil y satisfactorio para realizar el estudio.

- **Corinto**

El municipio de Corinto está ubicado a 03° 10' 40" de latitud norte y 76° 15' 44" de longitud oeste, está a una altura de 1.090 metros sobre el nivel del mar, se encuentra a 118 Km de Popayán, de Cali la capital Vallecaucana con gran importancia para la región está a 53 Km. [31]

- **Silvia**

El Municipio de Silvia está ubicado en el nor-orienté del Departamento del Cauca, entre los 2°47'37" y 2°31'24" de latitud norte- y entre los 76°10'40" y 76°31'05" de longitud al occidente del meridiano de Greenwich, tiene aproximadamente 2.600 metros de altitud y se encuentra a una distancia de 59 Km de Popayán, su superficie es de 662,4 Km relativamente grande a comparación de la capital caucana. [32].

- **Caloto**

El Municipio de **Caloto** se encuentra ubicado al Norte del Departamento del **Cauca**, está a una altura de 1.050 metros sobre el nivel del mar, sus coordenadas son: 30° 01 latitud norte 76° 25 longitud oeste del meridiano de Greenwich, cuenta con una superficie total de 397.21 Km² y con una extensión de área urbana de 234,68 km², el municipio se encuentra a 81 Km de la ciudad de Popayán y a 43 km de la capital del Departamento del Valle del Cauca. [33].

2.3.2. MARCO POBLACIONAL

La población es importante para este trabajo puesto que dependiendo de los habitantes se generan los residuos, a mayor población mayor cantidad de residuos cuyo factor facilitaría la implementación de nuevas tecnologías y así poder calcular la capacidad energética para la generación de posibles energías renovables.

- **Corinto**

El municipio de Corinto tiene una población de 29.490, teniendo en cuenta que se incluyen los habitantes de la cabecera municipal de los cuales son 11.373 y los 18.117 habitantes de la zona rural; el municipio de Corinto se caracteriza por tener varias actividades económicas pero la que más predomina es la agricultura. [34]

- **Silvia**

El municipio de Silvia para el año 2013 según los datos conciliados en las proyecciones de población municipales 2005-2020 del DANE es de 31.873, se encuentran distribuidas de la siguiente manera la zona urbana tiene 4.240 habitantes y la zona rural cuenta 27.633 habitantes para el año 2013. [35]

- **Caloto**

El municipio de Caloto para el año 2013 según los datos conciliados en las proyecciones de población municipales 2005-2020 del DANE es de 17.568, se encuentran distribuidas de la siguiente manera la zona urbana tiene 4.516 habitantes y la zona rural cuenta 13.502 habitantes para el año 2013. [36]

2.4. BASES LEGALES

2.4.2. Ley 99 de 1993

Se crea el Ministerio del Medio Ambiente dándole inicio al Sistema Nacional Ambiental - SINA, organizando y regulando al sector público que es el encargado de la gestión y conservación del Medio Ambiente y de los recursos naturales renovables además dictando otras disposiciones. [37]

2.4.3. Ley 1259 de 2008

Por medio del cual se instaura en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros. [38]

2.4.4. Decreto 838 de 2005

Por medio del cual se reglamentan las disposiciones finales de residuos sólidos facilitando la planificación, construcción y operación de sistemas de disposición final de residuos sólidos, como actividad complementaria del servicio público de aseo, mediante la tecnología de relleno sanitario. [26]

2.4.5. Decreto 2981 de 2013

Este decreto obliga a todos los Municipios del País a garantizar cobertura del servicio de aseo y reglamenta las actividades como: corte de césped, poda de árboles, limpieza de playas etc. también fortalece la reglamentación de la prestación del servicio público de aseo. [39]

2.4.6. Resolución 288 de 2015

Esta resolución define los lineamientos para la formulación de los Programas de Prestación del Servicio Público de Aseo de acuerdo con el artículo 11 del decreto 2981 de 2013. [40]

2.4.7. Resolución 754 de 2014

Establece una metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS, [41] proporcionando un plazo hasta el 20 de diciembre del 2015 para que cada Municipio lo tenga actualizado para que ejecute sus programas y proyectos en el Plan de Desarrollo Municipal. [21]

2.4.8. Ley 1715 de 2014

Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional, con el objetivo de promover el desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales de energía. [42]

Artículo primero: La presente ley tiene por objeto promover el desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional, mediante su integración al mercado eléctrico, su participación en las zonas no interconectadas y en otros usos energéticos como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético. Con los mismos propósitos se busca promover la gestión eficiente de la energía, que comprende tanto la eficiencia energética como la respuesta de la demanda. [42]

2.5. MARCO CONTEXTUAL

ASERHI S.A.S E.S.P es una empresa Caucana con más de una década de experiencia en el mercado se dedica a la Gestión Externa de Residuos Hospitalarios e Industriales bajo la aplicación de actividades de recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos hoy en día eliminando el concepto de disposición final y ejecutando la recolección, transporte, valorización, recuperación, aprovechamiento y tratamiento de residuos evitando el envío de residuos o subproductos de operación a celdas o rellenos sanitarios. [43].

La empresa desde el año 2016 creó un proceso de investigación denominado “innovaciones ambientales”, el cual busca dar soluciones a los problemas provocados por el mal manejo de los residuos y que aquejan al país, de esta manera

generar nuevas tecnologías siendo los pioneros en la región y lograr ser referentes para otros países. ASERHI S.A.S E.S.P es una compañía que busca resaltar de manera positiva ante las demás empresas de la ciudad y del país, desde el año 2013 se encuentra certificada por la “ISO 9001” y la “ISO 14001”, esto se ha dado por el compromiso y buen desempeño en la labor generando mayor competitividad ya que son pocas las empresas certificadas.

2.6. GLOSARIO

- **Residuos hospitalarios:** Son las sustancias, materiales o subproductos sólidos, líquidos o gaseosos, generados por una tarea productiva resultante de la actividad ejercida por el generador. [44]
- **Relleno sanitario:** Es el lugar técnicamente seleccionado, diseñado y operado para la disposición final, sin causar peligro, daño o riesgo a la salud pública, minimizando los impactos ambientales y utilizando principios de ingeniería. [26]
- **Reciclaje:** Es el proceso por el cual se aprovechan y transforman los residuos sólidos recuperados y se devuelve a los materiales su potencialidad de reincorporación como materia prima para la fabricación de nuevos productos. [45]
- **Caracterización de residuos:** Determinación de las características cualitativas y cuantitativas de los residuos sólidos, identificando sus contenidos y propiedades. [26]
- **Incineración:** Es el proceso de oxidación térmica mediante el cual los residuos son convertidos, en presencia de oxígeno, en gases y restos sólidos incombustibles bajo condiciones de oxígeno estequiométricas. [44]
- **Producción diaria per cápita:** Cantidad de residuos sólidos generada por una persona, expresada en términos de kg/hab-día o unidades equivalentes, de acuerdo con los aforos y el número de personas por hogar estimado por el DANE. [26]

CAPITULO III METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este trabajo de grado se tuvo en cuenta tres (3) fases, las cuales permitieron dar cumplimiento a los objetivos planteados y así lograr los resultados para saber si es posible la implementación de nuevas tecnologías para la obtención de energía a través de los residuos sólidos urbanos – RSU generados en los municipios de Caloto, Corinto y Silvia en el Departamento del Cauca.

3.1. Fase Uno: Determinar cantidad y características de los residuos sólidos urbanos - RSU.

Esta primera fase de la investigación comprende la consulta y recolección primaria de la información para el desarrollo del trabajo de campo donde se tuvo en cuenta la ejecución de tres actividades:

3.1.1. Primera actividad

En esta actividad se realizó la consulta de fuentes bibliográficas y recolección de información primaria que está comprendida en el marco teórico que se encuentra en el capítulo II del proyecto. En esta actividad también se hizo la consulta de los “*planes de desarrollo municipal*” de los municipios Corinto, Silvia y Caloto los cuales fueron obtenidos de las páginas web de cada municipio (caloto-cauca.gov.co/, www.silvia-cauca.gov.co, corinto-cauca.gov.co/) y el “*Plan de desarrollo nacional*” que fue consultado en la página web del Departamento Nacional De Planeación - DNP (<https://www.dnp.gov.co/Plan-Nacional-de-Desarrollo/Paginas/Que-es-el-Plan-Nacional-de-Desarrollo.aspx>).

3.1.2. Segunda actividad.

Para la siguiente actividad se tomó como referencia los capítulos de la línea base actualizada de los Planes de Gestión Integral de Residual Sólidos – PGIRS donde el documento de corinto fue suministrado por el Ingeniero Jhon Alexander Hernández el 25 de noviembre de 2016; a pesar de haber realizado las visitas los días 24 de noviembre de 2016 al municipio de Caloto, y el 20 de diciembre de 2016 al municipio de Silvia no se pudo obtener ningún PGIRS en las alcaldías ni en

ninguna entidad gubernamental debido a que la Corporación Autónoma Regional del Cauca – CRC no los había aprobado.

Los PGIRS que no pudieron ser consultados directamente en los municipios fueron suministrados por el Ingeniero Cesar García que es el encargado de los documentos y el cual trabaja en la empresa Emcaservicios S.A E.S.P que es la consultora de varios PGIRS del Departamento del Cauca.

3.1.2.1 Visita de campo para verificación, complementación e interpretación de los datos consultados en los PGIRS

Se realizó las visitas de campo en los tres (3) municipios (Corinto, Silvia y Caloto) para verificar, complementar e interpretar los datos consultados en los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS encontrando aspectos planteados en la línea base del PGIRS, que no coincidían con las situaciones reales de los municipios, obteniendo así datos e información desactualizada entre otras cosas.

3.1.3. Tercera actividad.

En esta actividad se realizó la encuesta al personal encargado de los acueductos, empresas de servicio público de aseo, recuperador de Residuos sólidos urbanos de los municipios Corinto, Silvia y Caloto debido a que las personas encargadas que laboran en la alcaldía y en los entes ambientales como la Corporación Autónoma Regional del Cauca-CRC no quisieron ser encuestados manifestando que en esas dependencias no tenían y no conocían información exacta sobre el manejo de los RSU.

3.1.3.1. A continuación el formato de la encuesta que se elaboró para obtener información necesaria para el desarrollo del trabajo:



**DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ENERGÉTICA
DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍAS
ALTERNATIVAS EN LOS MUNICIPIOS MIRANDA, CALOTO, Y SILVIA.**

Municipio:	
Nombre de la Entidad:	
Nombre del encuestado:	
Cargo:	
Tiempo de trabajo en la entidad (meses):	

Propósito: El presente cuestionario tiene como objeto recopilar información relacionada con la gestión que se les hace a los residuos sólidos urbanos RSU municipales por parte de funcionarios o entidades públicas ligadas directa o indirectamente a la prestación de dicho servicio, con el ánimo de establecer línea base en la prospección de soluciones para el aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos en el departamento del Cauca.

- 1) ¿Cuál es la actividad económica que más predomina en el municipio?
 - a. Agricultura_____
 - b. Ganadería_____
 - c. Minería_____
 - d. Industrial_____
 - e. Otra_____
 ¿Cuál?_____

- 2) ¿Cuáles son los tipos de RSU que más se generan?
 - a. Plástico_____
 - b. Vidrio_____
 - c. Papel y cartón_____
 - d. Chatarra_____
 - e. Orgánico_____
 - f. Otro_____
 ¿Cuál?_____

- 3) Persona encargada de la gestión general de los residuos en el municipio?

- 4) ¿Qué cantidad de residuos sólidos urbanos se están generando el municipio?
_____ toneladas/mes.
- 5) ¿El municipio cuenta con PGIRS (Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos)?
SI___NO___, Año de actualización? _____
*Si su respuesta es NO, continúe con la pregunta 7.
- 6) ¿Cuál ha sido la estrategia que se utiliza para la implementación del plan de manejo de los RSU del municipio?
a. Educación ambiental
b. Incentivos
c. Sanciones
d. Otro_____ ¿Cuál?

- 7) ¿Existe algún programa de capacitación en relación al manejo de residuos?
SI___ NO___ ¿Cuándo fue el último? _____
- 8) ¿Con que tipo de unidad cuenta el municipio para la disposición final de los RSU (*Registro fotográfico*)?
a. Relleno Sanitario_____
b. Botadero a cielo abierto_____
c. Vertimiento a fuentes hídricas_____
d. Incineración_____
e. Introducen bajo tierra_____
f. Celdas transitorias o almacenamiento temporal_____
g. aprovechamiento

Si utilizan celdas transitorias o almacenamiento temporal responda las preguntas 9, 10 y 11

- 9) ¿Cuántas celdas existen?_____
- 10) ¿Cuál _____ es _____ su _____ capacidad _____ de almacenamiento? _____
- 11) ¿Cuál es la medida para la disposición final de los residuos?
a. traslado _____ a _____ otro _____ municipio_____
 ¿Cuál? _____
b. Otra_____
 ¿Cuál? _____
- 12) ¿A qué distancia del casco urbano se encuentra ubicado el sitio de disposición o almacenamiento temporal de los RSU? _____ kilómetros.

13) ¿El municipio cuenta con algún tipo de empresa para hacer la prestación del servicio de aseo público?

SI _____ NO _____

*Si su respuesta es NO, continúe con la pregunta 17.

14) ¿Cuál es el nombre de la empresa prestadora del servicio de aseo público?

15) ¿Cómo está constituida la empresa prestadora del servicio de aseo público?

a. Jurídico _____ b. Natural _____ c. Tercero _____ d. No cuenta _____

16) ¿Con cuántos vehículos cuenta la empresa para el transporte de los residuos sólidos urbanos? _____

17) ¿Con que frecuencia los vehículos hacen el recorrido de recolección de residuos en el municipio?

- a. 1 vez a la semana
 - b. 2 veces a la semana
 - c. 3 veces a la semana
 - d. 4 veces a la semana
 - e. otra frecuencia _____ ¿Cuál?
-

18) ¿Todos los corregimientos del municipio cuentan con la cobertura de la empresa encargada de la recolección, transporte y disposición de los RSU?

SI _____ NO _____

19) ¿Qué prácticas utilizan los corregimientos que no cuentan con la cobertura del servicio de recolección de RSU (Registro fotográfico)?

- a. Botadero a cielo abierto _____
- b. Entierro de residuos _____
- c. Disposición en fuentes hídricas _____
- d. Aprovechamiento integral _____
- e. Otro _____

¿Cuál? _____

20) ¿El municipio cuenta con un esquema tarifario para el servicio de aseo?

SI _____ NO _____

*Si responde NO, pasar a la pregunta 21.

21) ¿Cuál es la tarifa servicio de aseo mensual?

- a. 3.000 a 8.000
- b. 8.000 a 15.000
- c. 15.000 a 20.000
- d. 20.000 a 25.000

22) ¿Qué mecanismo se utiliza para conocer la cantidad recolectada de RSU?

a. Capacidad de vehículo, cuál _____

b. bascula

c. Volumen del sitio de disposición

d. Otro _____

¿Cuál? _____

23) ¿Cree usted que es conveniente contar con algún tipo de capacitación que ayude a elaboración de un programa para hacer el aprovechamiento y manejo integral de los RSU del municipio?

SI _____ NO _____

24) ¿Qué entidad o persona(s) es la encargada de realizar el reciclaje en su municipio?

25) ¿Dónde está ubicada y como es el área donde se realiza el reciclaje (*foto del lugar*)?

26) ¿Se hace separación en la fuente de los RSU del municipio?

SI _____ NO _____

*Si su respuesta es NO, termine aquí la encuesta.

27) ¿Cuáles son los tipos de materiales que se separan en la fuente?

a. Plástico _____

b. Vidrio _____

c. Papel y cartón _____

d. Chatarra _____

e. Orgánicos _____

f. Otra _____

¿Cuál? _____

FIRMA

FECHA

3.1.3.2. Verificación de la información en el sitio de disposición final de los residuos sólidos urbanos en los municipios de Corinto, Silvia y Caloto.

• Municipio de Corinto - Cauca

El Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS del municipio de Corinto se encuentra actualizado desde el año 2015, para la construcción de la Línea Base

se tuvo en cuenta “la generación de residuos de RSU, Frecuencia de limpieza y recolección, Aprovechamiento” [22], la información se pudo validar y los resultados que se obtuvo fueron satisfactorios ya que se efectuó la encuesta al coordinador de Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Corinto EMCORINTO E.S.P. EICE (**Anexo A.**), el cual facilito el ingreso a la celda transitoria (**Imagen 1.**) y posteriormente permitió el contacto con el representante legal de la Asociación de Mujeres Recuperadoras y Transformadoras de Residuos Sólidos – “Asofuturocorinto” (**Anexo B.**) (**Imagen 5.**), con el fin de poder verificar la documentación del PGIRS exactamente en la línea base, con respecto a la información plasmada en el PGIRS y a la solución de la encuesta se pudo indicar que hay claridad y congruencia con el documento final del Plan de Gestión Integral De Residuos Sólidos.

- **Municipio de Silvia – Cauca**

El municipio de Silvia presenta un Plan de Gestión Integral De Residuos Sólidos actualizado del año 2016 hasta el 2027, en el cual se encuentra un subtema que se llama “Recolección Selectiva” que es “el aprovechamiento de los residuos orgánicos y separación de los residuos inorgánicos” [23] a través de él se verifico que se estuviera implementado; finalmente se realizó la visita al sitio donde se ejecuta el compostaje, separación de los residuos aprovechables y residuos no aprovechables verificando de manera satisfactoria lo planteado en la línea base del documento (**Imagen 8.**), con respecto a la encuesta no se pudo realizar porque el gerente del Acueducto de Silvia manifestó *“que se encontraba muy ocupado y que no tenía tiempo en el momento, que se la enviara vía correo electrónico aclarando que él no tenía la obligación de responderla porque esa información que se requería necesitaba que radicara una carta en la alcaldía municipal con una autorización del alcalde”* la encuesta fue enviada vía correo, se realizó todo lo que el gerente solicitó pero nunca se obtuvo respuesta de ninguna carta radicada. (**Anexo C.**). Sin embargo, realizando el trabajo de campo se pudo encuestar a un habitante del municipio de Silvia el cual realiza el aprovechamiento de residuos sólidos urbanos

como es el papel, cartón, plástico, chatarra etc, la gestión para realizar e aprovechamiento de residuos se hacen toda la cabecera municipal y en parte de la zona rural. (**Anexo D.**)

- **Municipio de Caloto - Cauca**

El Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos – PGIRS actualizado en el año 2016 – 2027 del municipio de Caloto tiene un diagnóstico en el que se encuentran desde el “esquema de prestación del servicio de aseo, cantidad total de residuos sólidos recolectados al mes, cobertura de recolección del área urbana, frecuencia de recolección área urbana, identificación de centros de acopio, bodegas y estaciones de clasificación y aprovechamiento” [24] con ayuda de este documento se logró identificar que varios datos no coincidían con la información obtenida por la encuesta (**Anexo E.**) como lo es el valor de la tarifa del servicio de aseo, la frecuencia de recolección y el número de recuperadores o centros de acopio; Por parte del relleno sanitario Y/o botadero a cielo abierto no se pudo realizar la verificación debida porque el sitio de disposición final del municipio es en el Relleno Sanitario Regional Colombia - El Guabal ubicado en el municipio de Yotoco del Departamento del Valle del Cauca.

3.1.3.3. Registro fotográfico de las visitas de campo que se realizó en cada municipio (Corinto, Silvia y Caloto).

Las siguientes fotografías son los lugares que se visitaron para poder recopilar toda la información que se había obtenido de forma oral, magnética y escrita teniendo como principal referencia de información las encuestas realizadas. (**Anexos F.**)

3.2. Fase segunda: Determinación de la capacidad energética de los residuos sólidos urbanos – RSU

En la segunda fase del desarrollo del proyecto se determinó la capacidad energética de los residuos sólidos urbanos – RSU teniendo como referencia la información primordial de la primera fase y la consulta de las tablas de conversión; para cumplir con esta fase se ejecutó una actividad.

3.2.1. Primera actividad.

En esta actividad se consultó estudios sobre la determinación de la capacidad energética de los residuos sólidos, tomando como base algunas tablas de conversión en donde cada residuo sólido urbano ya cuenta con un poder calorífico estandarizado que ha sido establecido en investigaciones realizadas a través de los últimos años. Por ser un tema de gran interés para la sociedad existen muchas tablas de conversión, por la calidad de la fuente y por la veracidad de la información se tuvo en cuenta el “**MÉTODO SENCILLO DEL ANÁLISIS DE RESIDUOS SOLIDOS CEPIS/OPS**” [46] en cual se encuentran todas las bases teóricas para el desarrollo de determinación energética.

Tabla 11 Poder calorífico por tipo de residuo

Material	Poder calorífico kcal/kg
Papel y cartón	4.000 kcal/kg
Trapos	4000 kcal/kg
Madera y follaje	4000 kcal/kg
Restos de alimentos	4000 kcal/kg
Plástico, caucho y cuero	9000 kcal/kg
Metales	0 kcal/kg
Vidrios	0 kcal/kg
Suelos y otros	0 kcal/kg

Fuente: Método Sencillo del análisis de residuos sólidos. “MÉTODO SENCILLO DEL ANÁLISIS DE RESIDUOS SOLIDOS CEPIS/OPS”

Tabla 12 Determinación del poder calorífico superior de los residuos

	COMPOSICIÓN HUMEDAD (%)	COMPOSICIÓN SECA (%)	PODER CALORÍFICO SUPERIOR (Kcal/Kg)
a. Papel y cartón	a	a	$\frac{a + b + c + d - W}{100}$ $\times 4.000$ $= KCal/Kg$
b. Trapos	b	b	
c. Madera y follaje	c	c	
d. Restos de alimentos	d	d	
e. Plásticos, caucho y cuero	E	E	$\frac{e}{100} \times 9.000$
f. Metales	f	f	$\frac{f + g + h - W}{100}$ $\times 0$
g. Vidrios	g	g	
h. Suelo y otros	h	h	
i. Agua	-	w	
TOTAL	100%	100%	40(a+b+c+d-w)+90e Kcal/Kg

Fuente: Método Sencillo del análisis de residuos sólidos. "MÉTODO SENCILLO DEL ANÁLISIS DE RESIDUOS SOLIDOS CEPIS/OPS"

Las formulas empleadas para la determinación del poder calorífico fueron:

Tabla 13 Formulas para la determinación del poder calorífico.

FORMULA EMPLEADA	
1.	$\frac{A + B - W}{100} \times 4.000 = KCal/Kg$

2.	$\frac{C + D + E - W}{100} \times 4.000 = KCal/Kg$
3.	$\frac{A + B + C + D + E - W}{100} \times 4.000 = KCal/Kg$
4.	$\frac{F}{1000} \times 9.000 = Kcal/Kg$
5.	$40 \times (A + B + C + D + E - W) + 90 \times (F) = Kcal/Kg$

Fuente: Elaboración Propia

El cálculo de la humedad total de los residuos sólidos se realizó mediante la siguiente formula:

$$\Sigma \text{ HUMEDAD} = \frac{\Sigma \text{ MUESTRA (Kg)} - \Sigma \text{ PESO SECO (Kg)}}{\Sigma \text{ MUESTRA (Kg)}}$$

3.3. Fase tres: análisis de información para la determinación energética de los residuos sólidos urbanos - RSU.

En esta fase del desarrollo del proyecto se analizó toda la información recopilada en las dos fases anteriores de la misma manera se analizó la información que se obtuvo en el trabajo de campo en los tres municipios (Corinto, Silvia y Caloto) durante el desarrollo de la pasantía en la empresa ASERHI S.A.S E.S.P. Para el cumplimiento de la última fase fue necesario la siguiente actividad.

3.3.1. Primera actividad.

En esta actividad se realizaron los respectivos análisis de la información plasmada en los tres (3) Planes de gestión integral de residuos sólidos – PGIRS, encuestas realizadas en el trabajo de campo de los tres (3) municipios (Corinto, Silvia y Caloto), visitas a los sitios de disposición final y por último la interpretación de las tablas del poder calorífico para obtener la conversión de los residuos sólidos y así determinar la capacidad energética de los municipios.

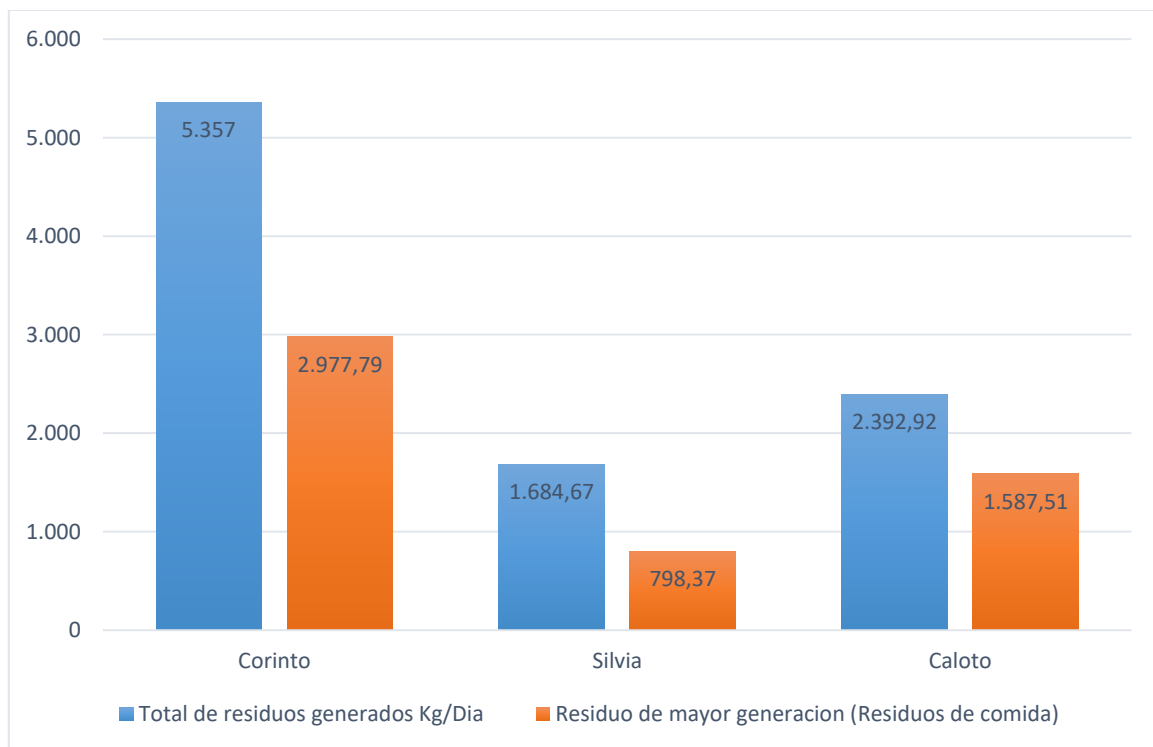
CAPITULO IV: RESULTADOS

Los resultados alcanzados de las tablas establecidas en los PGIRS, del trabajo de campo en los tres (3) municipios (Corinto, Silvia y Caloto) y de las tablas para la conversión de poder calorífico permitieron determinar la capacidad energética en los tres (3) municipios del norte del Cauca.

4.1. Datos Estadísticos de las tablas de resultado de los PGIRS de los municipios (Corinto, Silvia, Caloto).

En las siguientes graficas se puede observar las comparaciones de la línea base de los tres Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos.

Grafica 1 Cantidad de residuos generados Kg/Día vs residuos de mayor generación durante el día (Kg/Día) en los tres municipios de acuerdo a los PGIRS.



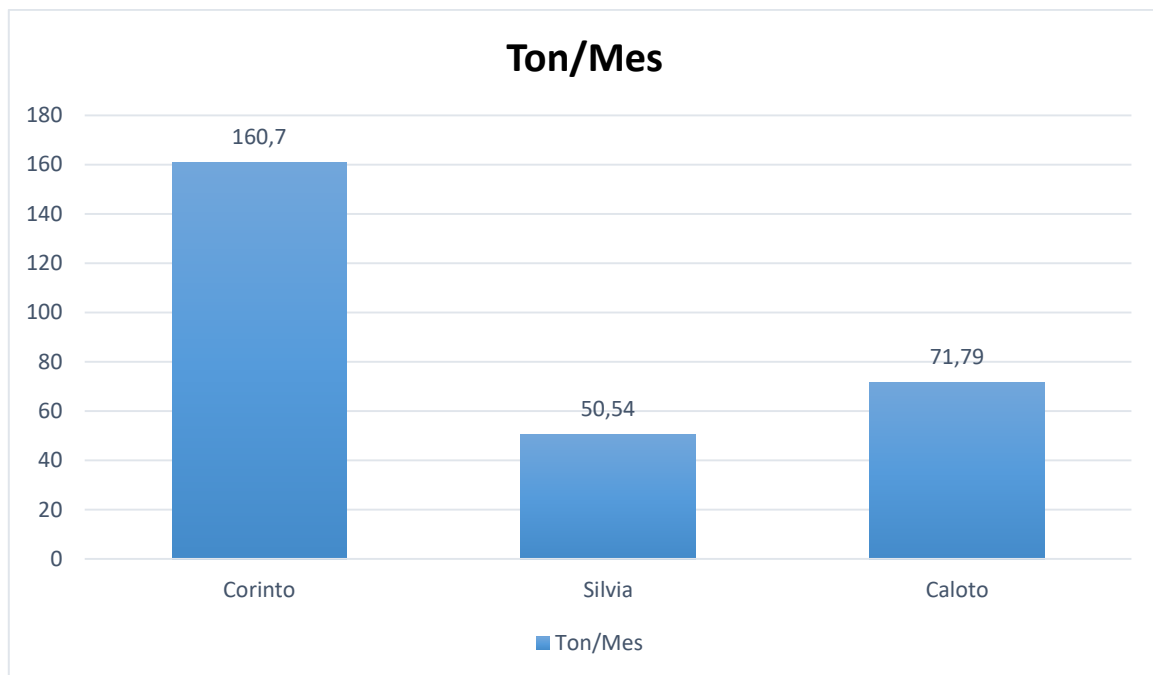
Fuente: Elaboración propia

En la Gráfica 1. Se observan los datos establecidos en las tablas de composición física de los residuos sólidos (Ver tabla 4, 7 y 10) de los tres PGIRS de los municipios, de acuerdo a lo anterior en la gráfica se evidencia los kilogramos de

residuos por día (Kg/Día) teniendo en cuenta el residuo de mayor generación en el día.

Además, se puede observar que el municipio de Corinto es el de mayor generación de residuos con una cantidad de 5.357 Kg/Día a comparación de los otros dos (Silvia, Caloto) los cuales no superan los 3.000 Kg/Día; de acuerdo a la anterior grafica se logra identificar que entre el 50% - 60% de los residuos generados en el día están asociados a los residuos orgánicos los cuales son provenientes de los residuos de comida y alimentos.

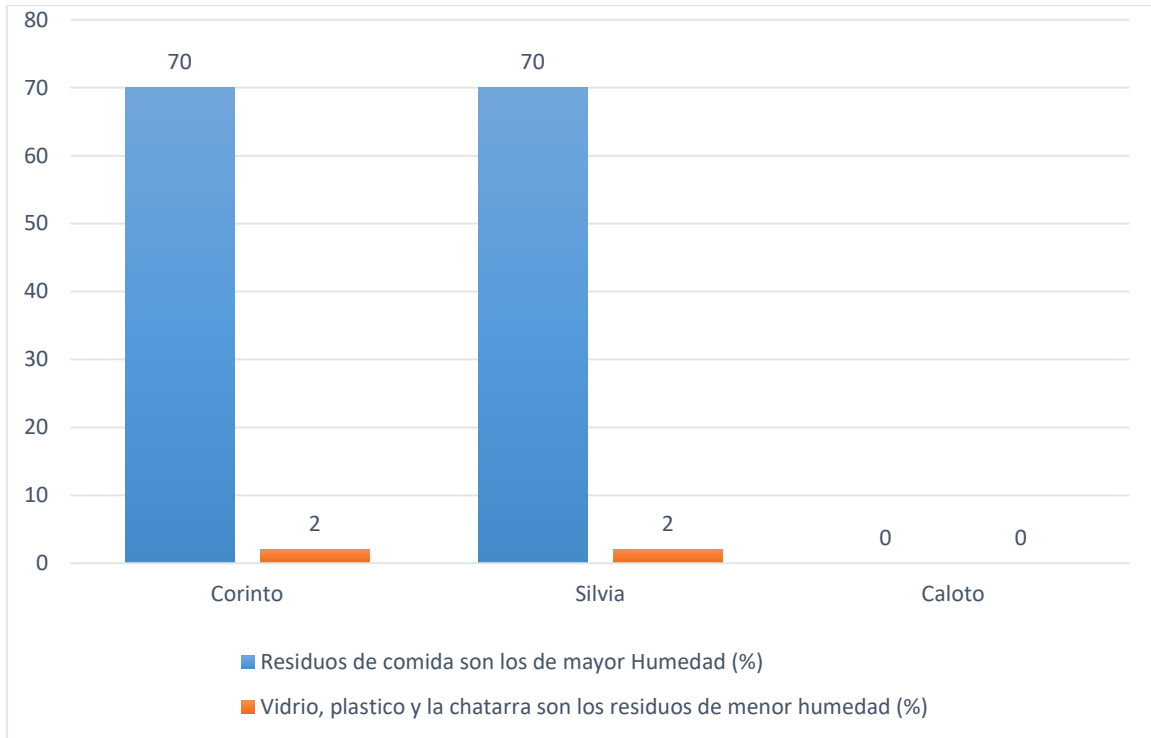
Grafica 2 Cantidad (Ton) de residuos generados durante el mes en los tres municipios de acuerdo a los PGIRS



Fuente: Elaboración propia

La cantidad toneladas de residuos al mes (Véase Grafica 2) el municipio de Corinto siguió siendo el de mayor cuantía, debido a que es el que tiene mayor población en la zona urbana con una cantidad de 11.373 habitantes [34], a comparación de Silvia y Caloto que la cabecera municipal no supera los 5.000 habitantes, de acuerdo a lo anterior es totalmente consecuente con la "Grafica 1", a mayor cantidad de residuos diarios mayor cantidad de residuos mensuales.

Grafica 3 Tipo de residuo de mayor humedad (%) Vs Tipo de residuo de menor humedad (%) en los tres municipios de acuerdo a los PGIRS.

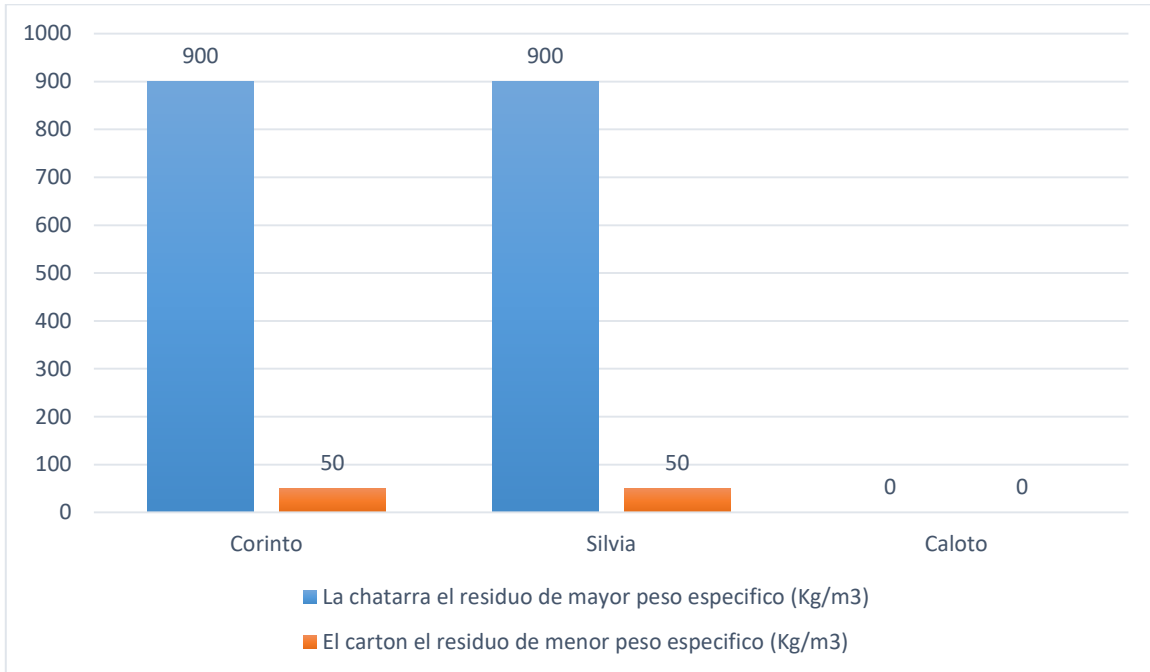


Fuente: Elaboración propia.

Observando la Grafica 3, los residuos de mayor humedad son los residuos de comida debido a que tienen mayor capacidad de absorción de agua, donde su contenido acuoso varía entre el 70% - 90% [47], a pesar de que los municipios de Corinto y Silvia se encuentran a diferentes metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m) siendo su climatología totalmente diferente sin embargo la humedad en los 2 municipios es igual obteniendo un valor del 70%.

El porcentaje de humedad en el municipio de Caloto es incierto ya que no está establecido en el plan de gestión integral de residuos sólidos – PGIRS.

Grafica 4 Tipo de residuo de mayor peso específico (Kg/m³) Vs Tipo de residuo de menor peso específico (Kg/m³) en los tres municipios de acuerdo a los PGIRS.



Fuente: Elaboración propia.

En la Gráfica 5. Se tiene como resultado (véase en la Tabla 3 y 6) que el residuo de mayor peso específico es la chatarra con 900 Kg/m³ evidenciando que es el residuo de mayor volumen en el sitio de disposición final, donde el cartón solamente tiene 50 kg/m³ debido a su compresibilidad.

El porcentaje de peso específico en el municipio de Caloto es incierto ya que no está establecido en el plan de gestión integral de residuos sólidos – PGIRS.

4.2. Resultados de las encuestas.

Para los análisis de los datos, se tuvo en cuenta un formato de encuesta por cada municipio en el que se realizó la respectiva visita de campo, con el fin de evitar cualquier tipo de variación en el momento de citar los resultados en las siguientes tablas; las preguntas que se tabularon son las que tienen un índice de mayor importancia para el desarrollo del proyecto desde la perspectiva del desarrollador del trabajo de grado, las encuestas que se tuvieron en cuenta fueron: **(Anexo A, D y E)**.

Tabla 14 Preguntas y repuestas de la encuesta realizada al municipio de Corinto.

<i>Municipio:</i>	Corinto
Nombre de la Entidad:	Emcorinto
Nombre del encuestado:	Jhon Alexander Hernández
Cargo:	Coordinador de disposición final y aseo.
PREGUNTA	RESPUESTA
Pregunta N° 1: ¿Cuál es la actividad económica que más predomina en el municipio?	La actividad económica que predomina en el municipio de Corinto es la “agricultura” , donde muchos habitantes se sostienen gracias a esta actividad.
Pregunta N° 2: ¿Cuáles son los tipos de RSU que más se generan?	Los residuos sólidos urbanos que más se generan en el municipio de Corinto son el “plástico, papel y/o cartón y orgánico” .
Pregunta N° 4: ¿Qué cantidad de residuos sólidos urbanos se están generando el municipio? _____ toneladas/mes.	El municipio de Corinto genera una cantidad de “110 Ton/Mes” equivalentes a residuos sólidos urbanos.
Pregunta N° 6: ¿Cuál ha sido la estrategia que se utiliza para la implementación del plan de manejo de los RSU del municipio?	En el municipio de Corinto las diferentes estrategias se han implementado son “la educación ambiental, incentivos y sanciones” .
Pregunta N° 7: ¿Existe algún programa de capacitación en relación al manejo de residuos?	Si existe un programa de capacitación en relación al manejo de residuos.
Pregunta N° 8: ¿Con que tipo de unidad cuenta el municipio para la disposición final de los RSU?	El municipio cuenta con una “celda transitoria o de almacenamiento temporal” que está ubicada en un lote privado que ha sido alquilado por parte de la administración municipal.
Pregunta N° 17: ¿Con que frecuencia los vehículos hacen el recorrido de recolección de residuos en el municipio?	La frecuencia de recolección se realiza “cinco veces por semana” .
Pregunta N° 19: ¿Qué prácticas utilizan los corregimientos que no cuentan con la cobertura del servicio de recolección de RSU?	En los corregimientos las dos prácticas más comunes que utilizan es el “entierro de residuos, disposición en fuentes hídricas y/o quema de residuos” .

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 15 Preguntas y repuestas de la encuesta realizada al municipio de Silvia.

<i>Municipio:</i>	<i>Silvia</i>
Nombre de la Entidad:	Compra y venta de chatarra Manivela
Nombre del encuestado:	Jorge Velasco
Cargo:	Dueño del centro de acopio.
PREGUNTA	RESPUESTA
Pregunta N° 1: ¿Cuál es la actividad económica que más predomina en el municipio?	La actividad económica que predomina en el municipio de Silvia es la “agricultura” , de la cual la mayoría de las familias de la zona rural y urbana se sostienen.
Pregunta N° 2: ¿Cuáles son los tipos de RSU que más se generan?	Los residuos sólidos urbanos que más se generan en el municipio de Silvia son el “plástico, vidrio, papel y cartón y chatarra” .
Pregunta N° 4: ¿Qué cantidad de residuos sólidos urbanos se están generando el municipio? _____ toneladas/mes.	No hay datos.
Pregunta N° 6: ¿Cuál ha sido la estrategia que se utiliza para la implementación del plan de manejo de los RSU del municipio?	En el municipio de Silvia se han implementado diferentes estrategias en los últimos años, pero la de mayor influencia es la “educación ambiental” .
Pregunta N° 7: ¿Existe algún programa de capacitación en relación al manejo de residuos?	Si existe un programa de capacitación en relación al manejo de residuos, con exactitud no se sabe desde cuándo se ha implementado.
Pregunta N° 8: ¿Con que tipo de unidad cuenta el municipio para la disposición final de los RSU?	El municipio cuenta con una “celda transitoria o de almacenamiento temporal” que está ubicada a las afueras del municipio de Silvia.
Pregunta N° 17: ¿Con que frecuencia los vehículos hacen el recorrido de recolección de residuos en el municipio?	La frecuencia de recolección se realiza “tres veces por semana” .
Pregunta N° 19: ¿Qué prácticas utilizan los corregimientos que no cuentan con la cobertura del servicio de recolección de RSU?	En los corregimientos las dos prácticas más comunes que utilizan es el “entierro de residuos y/o de aprovechamiento integral” para sus respectivos cultivos.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16 Preguntas y repuestas de la encuesta realizada al municipio de Caloto.

<i>Municipio:</i>	Caloto
Nombre de la Entidad:	Oficina de agricultura y ambiente
Nombre del encuestado:	Eduin Yamil Silva
Cargo:	Técnico administrativo
PREGUNTA	RESPUESTA
Pregunta N° 1: ¿Cuál es la actividad económica que más predomina en el municipio?	La actividad económica que predomina en el municipio de Caloto es la “agricultura y la industria” , de la cual la mayoría de la población de la zona rural y urbana tienen como fuente de ingresos.
Pregunta N° 2: ¿Cuáles son los tipos de RSU que más se generan?	Los residuos sólidos urbanos que más se generan en la cabecera municipal de Caloto son el “plástico, orgánico y papel y/o cartón” .
Pregunta N° 4: ¿Qué cantidad de residuos sólidos urbanos se están generando el municipio? _____ toneladas/mes.	La cantidad de residuos sólidos urbanos generados en el municipio de Caloto es de “110 Ton/Mes” .
Pregunta N° 6: ¿Cuál ha sido la estrategia que se utiliza para la implementación del plan de manejo de los RSU del municipio?	En el municipio de Caloto se han implementado estrategias como lo es la “educación ambiental y los proyectos ambientales escolares - PRAE” .
Pregunta N° 7: ¿Existe algún programa de capacitación en relación al manejo de residuos?	Si existe un programa de capacitación en relación al manejo de residuos el último que se implementó fue en el año 2015
Pregunta N° 8: ¿Con que tipo de unidad cuenta el municipio para la disposición final de los RSU?	La unidad con la cual cuenta como sitio de disposición final el municipio de Caloto es el “relleno sanitario” el cual no está ubicado en el municipio de Caloto y tampoco es propiedad de la administración municipal.
Pregunta N° 17: ¿Con que frecuencia los vehículos hacen el recorrido de recolección de residuos en el municipio?	La frecuencia de recolección se realiza “tres veces por semana” .
Pregunta N° 19: ¿Qué prácticas utilizan los corregimientos que no cuentan con la cobertura del servicio de recolección de RSU?	En los corregimientos del municipio de Caloto las dos prácticas más comunes son el “entierro de residuos y/o disposición en fuentes hídricas”

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a las encuestas se identificó que la actividad económica que prevalece en el norte del Departamento del Cauca es la agricultura sin embargo hay una pequeña proporción que hace referencia a la actividad industrial del municipio de Caloto (**Ver Anexo E.**) debido a la cercanía con el municipio de Santander de Quilichao confirmando así que la industria tiende a expandirse a los demás municipios cercanos al Departamento del Valle del Cauca.

Analizando los datos se concluye que los residuos de mayor generación son el papel y cartón, el plástico y en menor proporción el residuo orgánico, a pesar de que en los informes de los PGIRS establece el residuo orgánico como mayor generación (Véase Grafica 1);

Los planes de manejo ambiental de residuos sólidos urbanos, han implementado estrategias como la educación ambiental con el fin de contrarrestar cualquier problema ambiental que se esté presentando, sin embargo el municipio de Caloto ha implementado otra estrategia como lo es los “*Proyecto Ambientales Escolares - PRAE*” (**Ver Anexo E.**); en relación a los programas de capacitación de RSU los tres municipios ya lo tienen establecido, los municipios de Corinto y Silvia (**Ver Anexo A y D**) cuentan una separación en la fuente de residuos, debido a que hay rutas selectivas para la recolección de residuos aprovechables, todo esto es con ayuda de capacitaciones; a pesar de que el municipio de Caloto no presenta ni rutas selectivas ni separación han implementados los puntos ecológicos (**Ver Anexo E**) en las diferentes zonas verdes, los cuales han sido de efectivos gracias a las capacitaciones que se dan en los colegios y parques.

El proceso de recolección de RSU en los municipios de Silvia y Caloto se realiza con una periodicidad en los municipios de Silvia y Caloto tres veces por semana, a pesar de tener una climatología completamente distinta se hace de esta manera por su pequeña población en el casco urbano.

El municipio de Corinto la frecuencia de recolección es de cinco veces por semana (**Ver Anexo A**) debido a su población de 11.373 habitantes ya que su temperatura

es demasiado alta ya que se encuentra a 1.090 m.s.n.m [34] y a mayor temperatura mayor frecuencia de recolección. [48]

Los municipios de Corinto y Silvia cuentan con celdas transitorias o almacenamiento temporal como sitio de disposición final (**Ver Anexo A y D**) ya que los rellenos sanitarios se encuentran a más de 100 Km y económicamente estos dos municipios no podrían costear esos gastos, el municipio de Caloto realiza su disposición final en el “Relleno Sanitario Regional de Colombia - el Guabal” ubicado en el municipio de Yotoco del Departamento del Valle del Cauca que se encuentra a 121,4 Km [24], por ende el municipio está buscando otra manera para realizar la disposición final ya que no puede seguir financiando esos costos.

En la zona rural los corregimientos de los tres municipios no cuentan con cobertura del servicio de recolección por su difícil acceso, evidenciando ciertas prácticas como el entierro de residuos, disposición en fuentes hídricas las cuales no son las adecuadas para el manejo de residuos, el servicio de recolección solamente tiene el 100% cobertura en la zona urbana.

4.3. Determinación del poder calorífico.

Tomando como base a la Tabla 11, en la que se identifica el poder calorífico “estandarizado” y la Tabla 12 en la cual se encuentra como determinar el poder calorífico superior, se realizaron cálculos para determinar el poder calorífico que tienen los residuos sólidos urbanos en los diferentes municipios (Corinto, Silvia y Caloto) del norte del Departamento del Cauca; para esto fue indispensable conocer el porcentaje de humedad establecido en las Tablas 5 y 8 y consultar el porcentaje de agua constante de los residuos sólidos urbanos.

El cálculo para obtener el poder calorífico se determinó de acuerdo a la Tabla 12, en la que se encuentran una serie de fórmulas para el cómputo de los datos establecidos en los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS de los tres municipios (Corinto, Silvia y Caloto).

Tabla 17 Denominación de los materiales.

MATERIAL (Promedio %)	
A	PAPEL
B	CARTÓN
C	RESIDUOS DE COMIDA
D	RESIDUOS DE PODA
E	MADERA
F	PLÁSTICO
W	∑ HUMEDAD

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la “Tabla 5 Formulas para la determinación del poder calorífico” son aquellas que van ser utilizadas en los siguientes datos.

FORMULA EMPLEADA	
1.	$\frac{A + B - W}{100} \times 4.000 = KCal/Kg$
2.	$\frac{C + D + E - W}{100} \times 4.000 = KCal/Kg$
3.	$\frac{A + B + C + D + E - W}{100} \times 4.000 = KCal/Kg$
4.	$\frac{F}{1000} \times 9.000 = Kcal/Kg$
5.	$40 \times (A + B + C + D + E - W) + 90 \times (F) = Kcal/Kg$

Fuente: Elaboración Propia

El cálculo de la humedad total de los residuos sólidos se realizó mediante la siguiente formula:

$$\Sigma \text{ HUMEDAD} = \frac{\Sigma \text{ MUESTRA (Kg)} - \Sigma \text{ PESO SECO (Kg)}}{\Sigma \text{ MUESTRA (Kg)}}$$

- **Municipio de Corinto – Cauca.**

Para el contenido total de humedad de los residuos sólidos generados en el Municipio de Corinto se elaboró la Tabla 18 tomando como base la Tabla 5 y así lograr calcular los demás datos para la determinación del poder calorífico.

Tabla 18 Contenido de humedad de los residuos sólidos generados en el Municipio de Corinto - Modificada.

MATERIAL	CONTENIDO DE HUMEDAD	HUMEDAD (Kg)	PESO SECO (Kg)	MUESTRA (Kg)
PAPEL	6	38.32	600.39	638.71
CARTÓN	5	11.25	213.76	225.01
VIDRIO	2	3.45	169.48	172.93
PLÁSTICO	2	20.10	985.31	1005.41
CHATARRA FERROSA	3	2.1	67.95	70.05
CHATARRA NO FERROSA.	2	0.33	16.19	16.52
OTROS	8	18.47	212.48	230.95
RESIDUOS DE COMIDA	70	2084.45	893.34	2977.79
RESIDUOS DE PODA	60	7.68	5.12	12.8
MADERA	20	1.29	5.19	6.48
		TOTAL	3169.21	5356.65
		∑ HUMEDAD		40.83%

Fuente: Plan de Gestión Integral Residuos Sólidos – Corinto. Modificación Propia.

Tabla 19 Contenido de humedad de los residuos papel y cartón en el municipio de Corinto.

MATERIAL	CONTENIDO DE HUMEDAD	HUMEDAD (Kg)	PESO SECO (Kg)	MUESTRA (Kg)
PAPEL	6	38.32	600.39	638.71
CARTÓN	5	11.25	213.76	225.01
		TOTAL	814.15	863.72
		∑ HUMEDAD		5.73%

Fuente: Elaboración Propia

- De acuerdo a la Tabla 4, 17 y 19 se realiza el cálculo para la determinación del poder calorífico para los residuos de papel y cartón.

$$\frac{11.92 + 4.20 - 5.73}{100} \times 4.000 = 415.6 \text{ KCal/Kg}$$

Tabla 20 Contenido de humedad de los residuos de comida, poda y Madera en el municipio de Corinto.

MATERIAL	CONTENIDO DE HUMEDAD	HUMEDAD (Kg)	PESO SECO (Kg)	MUESTRA (Kg)
RESIDUOS DE COMIDA	70	2084.45	893.34	2977.79
RESIDUOS DE PODA	60	7.68	5.12	12.8
MADERA	20	1.29	5.19	6.48
		TOTAL	903.65	2997.07
		∑ HUMEDAD		70%

Fuente: Elaboración Propia

2. De acuerdo a la Tabla 4, 17 y 20 se realiza el cálculo para la determinación del poder calorífico para los residuos de comida, residuos de poda y de madera

$$\frac{55.59 + 0.2 + 0.12 - 70}{100} \times 4.000 = -563.6 \text{KCal/Kg}$$

Tabla 21 Contenido de humedad de los residuos de papel, cartón, comida, poda y Madera en el municipio de Corinto.

MATERIAL	CONTENIDO DE HUMEDAD	HUMEDAD (Kg)	PESO SECO (Kg)	MUESTRA (Kg)
PAPEL	6	38.32	600.39	638.71
CARTÓN	5	11.25	213.76	225.01
RESIDUOS DE COMIDA	70	2084.45	893.34	2977.79
RESIDUOS DE PODA	60	7.68	5.12	12.8
MADERA	20	1.29	5.19	6.48
		TOTAL	1717.8	3860.79
		∑ HUMEDAD		55.50%

Fuente: Elaboración Propia

3. De acuerdo a la Tabla 4, 17 y 21 se realiza el cálculo para la determinación del poder calorífico para los residuos Papel, Cartón, residuos de comida, residuos de poda y madera.

$$\frac{11.92 + 4.20 + 55.59 + 0.2 + 0.12 - 55.50}{100} \times 4.000 = 661.2 \text{KCal/Kg}$$

4. De acuerdo a la Tabla 4 y 17 se realiza el cálculo para la determinación del poder calorífico para los residuos plásticos.

$$\frac{18.77}{1000} \times 9.000 = 1689.3 \text{Kcal/Kg}$$

5. Teniendo las anteriores ecuaciones se realiza el cálculo para la determinación total del poder calorífico de todos los residuos sólidos urbanos (Papel, Cartón, Residuos de comida, Residuos de poda, madera y plástico).

$$40 \times (11.92 + 4.20 + 55.59 + 0.20 + 0.12 - 55.50) + 90 \times (18.77) = 2350,5 \text{ Kcal/Kg}$$

- **Municipio de Silvia – Cauca.**

Para determinar el contenido total de humedad de los residuos sólidos generados en el Municipio de Silvia se tuvo como base la Tabla 8 y así lograr calcular los demás datos para la determinación del poder calorífico.

Tabla 22 Contenido de humedad de los residuos papel y cartón en el municipio de Silvia.

MATERIAL	CONTENIDO DE HUMEDAD	HUMEDAD (Kg)	PESO SECO (Kg)	MUESTRA (Kg)
PAPEL	6	14.70	230.34	245.04
CARTÓN	5	3.98	75.53	79.50
		TOTAL	305.87	324.54
		∑ HUMEDAD		5.8%

Fuente: Elaboración Propia

1. De acuerdo a la Tabla 7, 17 y 22 se realiza el cálculo para la determinación del poder calorífico para los residuos de papel y cartón.

$$\frac{14.55 + 4.72 - 5.8}{100} \times 4.000 = 538.8 \text{ KCal/Kg}$$

Tabla 23 Contenido de humedad de los residuos de comida, poda y Madera en el municipio de Silvia.

MATERIAL	CONTENIDO DE HUMEDAD	HUMEDAD (Kg)	PESO SECO (Kg)	MUESTRA (Kg)
RESIDUOS DE COMIDA	70	558.86	239.51	798.37
RESIDUOS DE PODA	60	0.35	0.23	0.58
MADERA	20	1.05	4.21	5.26
		TOTAL	243.95	804.21
		∑ HUMEDAD		69.7%

Fuente: Elaboración Propia

2. De acuerdo a la Tabla 7, 17 y 23 se realiza el cálculo para la determinación del poder calorífico para los residuos de comida, residuos de poda y de madera

$$\frac{47.39 + 0.03 + 0.31 - 69.7}{100} \times 4.000 = -878.8 \text{ KCal/Kg}$$

Tabla 24 Contenido de humedad de los residuos de papel, cartón, comida, poda y Madera en el municipio de Silvia.

MATERIAL	CONTENIDO DE HUMEDAD	HUMEDAD (Kg)	PESO SECO (Kg)	MUESTRA (Kg)
PAPEL	6	14.70	230.34	245.04
CARTÓN	5	3.98	75.53	79.50
RESIDUOS DE COMIDA	70	558.86	239.51	798.37
RESIDUOS DE PODA	60	0.35	0.23	0.58
MADERA	20	1.05	4.21	5.26

	TOTAL	549.82	1128.75
	∑ HUMEDAD		51.3%

Fuente: Elaboración Propia

3. De acuerdo a la Tabla 7, 17 y 24 se realiza el cálculo para la determinación del poder calorífico para los residuos Papel, Cartón, residuos de comida, residuos de poda y madera

$$\frac{14.55 + 4.72 + 47.39 + 0.03 + 0.31 - 51.3}{100} \times 4.000 = \mathbf{628 \text{ Kcal/Kg}}$$

4. De acuerdo a la Tabla 7 y 17 se realiza el cálculo para la determinación del poder calorífico para materiales plásticos.

$$\frac{20.84}{1000} \times 9.000 = \mathbf{1875.6 \text{ Kcal/Kg}}$$

5. Teniendo las anteriores ecuaciones se realiza el cálculo para la determinación total del poder calorífico de todos los residuos sólidos urbanos (Papel, Cartón, Residuos de comida, Residuos de poda, madera y plástico).

$$40 \times (14.55 + 4.72 + 47.39 + 0.03 + 0.31 - 51.3) + 90 \times (20.84) = \mathbf{2503.6 \text{ Kcal/Kg}}$$

- **Municipio de Caloto – Cauca.**

Para la determinación del poder calorífico en el municipio de Caloto se tuvo en cuenta la Tabla 18 que hace referencia al contenido total de humedad de los residuos sólidos generados del Municipio de Corinto ya que la climatología y la complejidad poblacional son muy parecidas a comparación del resto de municipios del norte del Departamento del Cauca; debido a que el PGIRS del municipio de Caloto no presentaba ninguna información de contenido de humedad.

Tabla 25 Contenido de humedad de los residuos papel y cartón en el municipio de Caloto.

MATERIAL	CONTENIDO DE HUMEDAD	HUMEDAD (Kg)	PESO SECO (Kg)	MUESTRA (Kg)
PAPEL	6	38.32	600.39	638.71
CARTÓN	5	11.25	213.76	225.01
		TOTAL	814.15	863.72
		∑ HUMEDAD		5.73%

Fuente: Elaboración Propia

1. De acuerdo a la Tabla 10, 17 y 25 se realiza el cálculo para la determinación del poder calorífico para los residuos de papel y cartón

$$\frac{4.07 + 2.46 - 5.73}{100} \times 4.000 = 32 \text{ KCal/Kg}$$

Tabla 26 Contenido de humedad de los residuos de comida, poda y Madera en el municipio de Caloto.

MATERIAL	CONTENIDO DE HUMEDAD	HUMEDAD (Kg)	PESO SECO (Kg)	MUESTRA (Kg)
RESIDUOS DE COMIDA	70	2084.45	893.34	2977.79
RESIDUOS DE PODA	60	7.68	5.12	12.8
MADERA	20	1.29	5.19	6.48
		TOTAL	903.65	2997.07
		∑ HUMEDAD		70%

Fuente: Elaboración Propia

2. De acuerdo a la Tabla 10, 17 y 26 se realiza el cálculo para la determinación del poder calorífico para los residuos de comida, residuos de poda y de madera

$$\frac{66.34 + 0.37 + 0.10 - 70}{100} \times 4.000 = -127.6 \text{ KCal/Kg}$$

Tabla 27 Contenido de humedad de los residuos de papel, cartón, comida, poda y Madera en el municipio de Caloto.

MATERIAL	CONTENIDO DE HUMEDAD	HUMEDAD (Kg)	PESO SECO (Kg)	MUESTRA (Kg)
PAPEL	6	38.32	600.39	638.71
CARTÓN	5	11.25	213.76	225.01
RESIDUOS DE COMIDA	70	2084.45	893.34	2977.79
RESIDUOS DE PODA	60	7.68	5.12	12.8
MADERA	20	1.29	5.19	6.48
		TOTAL	1717.8	3860.79
		∑ HUMEDAD		55.50%

Fuente: Elaboración Propia

3. De acuerdo a la Tabla 10, 17 y 27 se realiza el cálculo para la determinación del poder calorífico para los residuos Papel, Cartón, residuos de comida, residuos de poda y madera

$$\frac{4.07 + 2.46 + 66.34 + 0.37 + 0.10 - 55.50}{100} \times 4.000 = 713.6 \text{ KCal/Kg}$$

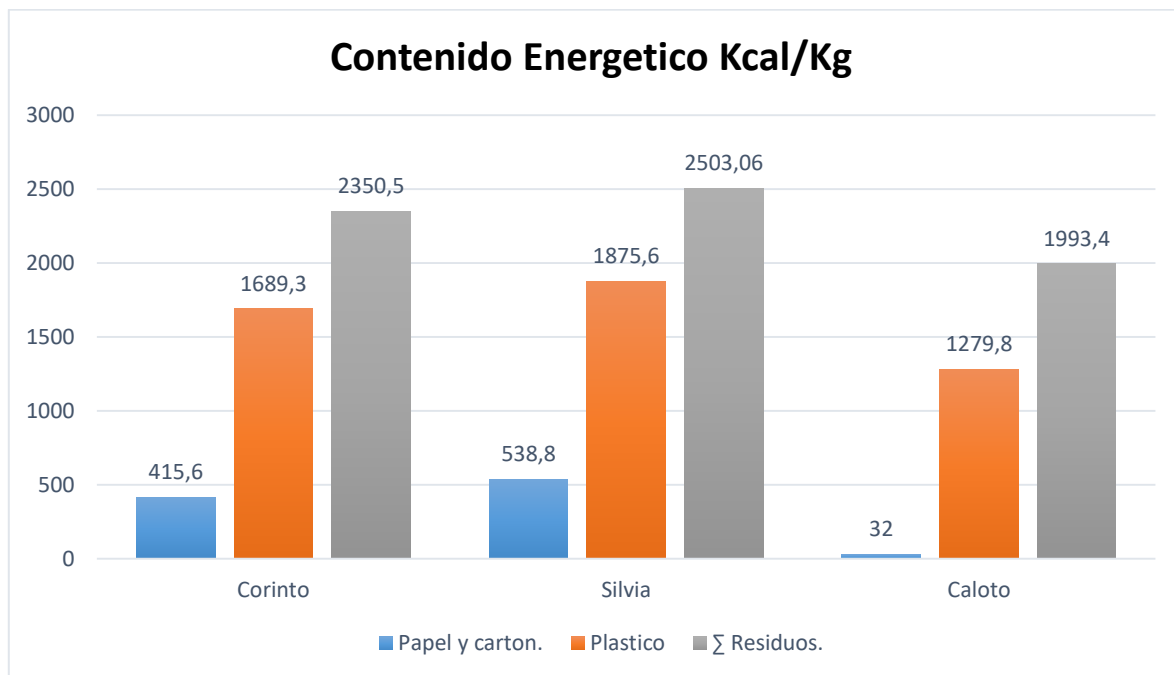
4. De acuerdo a la Tabla 10 y 17 se realiza el cálculo para la determinación del poder calorífico para materiales plásticos.

$$\frac{14.22}{100} \times 9.000 = 1279.8 \text{ Kcal/Kg}$$

5. Teniendo las anteriores ecuaciones se realiza el cálculo para la determinación total del poder calorífico de todos los residuos sólidos urbanos (Papel, Cartón, Residuos de comida, Residuos de poda, madera y plástico).

$$40 \times (4.07 + 2.46 + 66.34 + 0.37 + 0.10 - 55.50) + 90 \times (14.22) = 1993.4 \text{ Kcal/Kg}$$

Grafica 5 Contenido energético (Kcal/Kg) de los tres municipios (Corinto, Silvia y Caloto).



Fuente: Elaboración propia.

En la Grafica 5. Sé observa que el poder calorífico que aporta el papel y cartón es poco en los tres (3) municipios en comparación con el plástico esto se debe a que tienen un elevado poder energético, similar al del gas natural y mayor que el del carbón [49].

4.3.2 Conversión de Kcal/Kg a Kwh/Mes.

De acuerdo a las Tablas 4, 7 y 10 que muestran datos como el de la composición física de los residuos sólidos generados en los municipios (Corinto, Silvia y Caloto)

se extrajeron las cantidades de toneladas/mes con el fin de convertir el poder calorífico que se encuentra expresado en Kcal/Kg a Kwh/mes.

Tabla 28 Formulas para la conversión de Kcal/Kg a Kwh/Mes

FORMULA EMPLEADA	
1 Kcal = 1,16 × 10⁻³ KWh	
$\frac{Kcal}{Kg} \times \frac{Kg}{Ton} = \frac{Kcal}{Ton}$	
$\frac{Kcal}{Ton} \times \frac{Ton}{Mes} = \frac{Kcal}{Mes}$	
$\frac{Kcal}{Mes} \times \frac{kWh}{Kcal} = \frac{KWh}{Mes}$	

Fuente: Elaboración Propia

- **Municipio de Corinto.**

Para la conversión de Kcal/Kg a Kwh/Mes se empleó la fórmula de la Tabla 28 para los tres (3) municipios, tomando como referencia los siguientes cálculos del municipio de Corinto

- **Papel y cartón.**

$$\frac{415,6 Kcal}{Kg} \times \frac{1000 Kg}{Ton} \times \frac{25,91 Ton}{Mes} \times \frac{1,16 \times 10^{-3} KWh}{Kcal} = \frac{12491,10 KWh}{Mes}$$

- **Papel y cartón, residuos de comida, poda y madera.**

$$\frac{661,2 Kcal}{Kg} \times \frac{1000 Kg}{Ton} \times \frac{115,83 Ton}{Mes} \times \frac{1,16 \times 10^{-3} KWh}{Kcal} = \frac{88840,68 KWh}{Mes}$$

- **Plástico.**

$$\frac{1689,3 Kcal}{Kg} \times \frac{1000 Kg}{Ton} \times \frac{30,16 Ton}{Mes} \times \frac{1,16 \times 10^{-3} KWh}{Kcal} = \frac{59101,17 KWh}{Mes}$$

- **Σ Residuos.**

$$\frac{2350,5 \text{ Kcal}}{\text{Kg}} \times \frac{1000 \text{ Kg}}{\text{Ton}} \times \frac{145,99 \text{ Ton}}{\text{Mes}} \times \frac{1,16 \times 10^{-3} \text{ KWh}}{\text{Kcal}} = \frac{398053,41 \text{ KWh}}{\text{Mes}}$$

Tabla 29 Conversión de Kcal a KWh en el municipio de Corinto.

CORINTO		
MATERIAL	Kcal/Kg	Kwh/Mes
Papel y cartón	415,6 Kcal/Kg	12491,10 Kwh/Mes
Papel y cartón, residuos de comida, poda y madera	661,2 Kcal/Kg	88840,68 Kwh/Mes
Plástico	1689,3 Kcal/Kg	59101,17 Kwh/Mes
∑ Residuos	2350, 5 Kcal/Kg	398053,41 Kwh/Mes

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30 Conversión de Kcal a KWh en el municipio de Silvia.

SILVIA		
MATERIAL	Kcal/Kg	Kwh/Mes
Papel y cartón	538,8 Kcal/Kg	6087,57 Kwh/Mes
Papel y cartón, residuos de comida, poda y madera	628 Kcal/Kg	24659,04 Kwh/Mes
Plástico	1875,6 Kcal/Kg	22931,83 Kwh/Mes
∑ Residuos	2503,06 Kcal/Kg	128888,56 Kwh/Mes

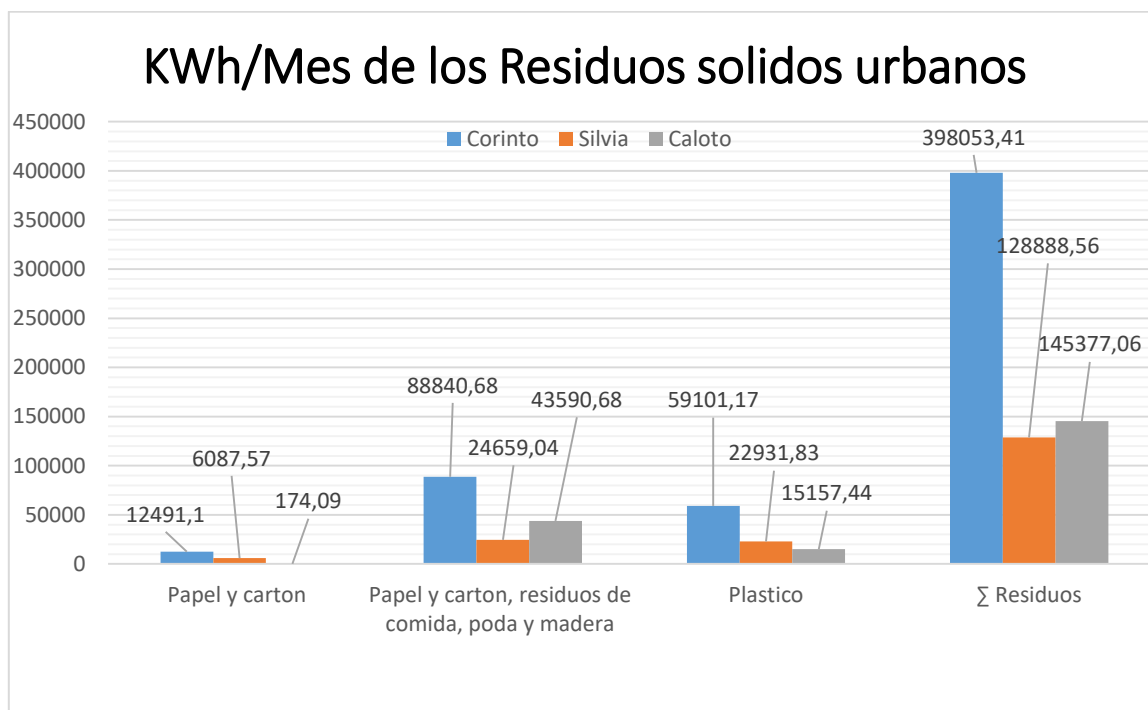
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31 Conversión de Kcal a KWh en el municipio de Caloto.

CALOTO		
MATERIAL	Kcal/Kg	Kwh/Mes
Papel y cartón	32 Kcal/Kg	174,09 Kwh/Mes
Papel y cartón, residuos de comida, poda y madera	713,6 Kcal/Kg	43590,68 Kwh/Mes
Plástico	1279,8 Kcal/Kg	15157,44 Kwh/Mes
∑ Residuos	1993,4 Kcal/Kg	145377,06 Kwh/Mes

Fuente: Elaboración propia

Grafica 6 Cantidad de KWh/Mes que genera los residuos sólidos en los tres municipios,



Fuente: Elaboración propia.

En la Grafica 6. Se observa que el municipio de mayor generación de Kwh/mes es Corinto con un total de 145,99 ton/mes de residuos sólidos urbanos (papel, cartón, residuos de comida, poda, madera y plástico), siendo el plástico el residuo de mayor aporte de kWh por su capacidad calorífica y por la poca humedad que contiene, esto

indica que los Kwh/mes que contribuye este, equivale a la sumatoria del papel, cartón, residuos de comida, poda y madera esto se debe a que la humedad de estos residuos supera más del 20%.

CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

El desarrollo del proyecto demostró que la cantidad de residuos sólidos urbanos generados en los tres (3) municipios no es suficiente para la instalación de una “planta pequeña de incineración” la cual necesita una cantidad aproximadamente de 90.000 toneladas/año y su inversión es de cincuenta y tres millones de dólares (US 53.000.000) [50], y ninguno de los tres municipios (Corinto, Silvia y Caloto) generan más de 2400 toneladas/año.

La energía que se genera a través de los residuos sólidos no alcanzaría para el abastecimiento de ninguno de los tres municipios (Corinto, Silvia y Caloto) ya que un hogar de cuatro (4) personas tiene un promedio de consumo mensual de 152 Kwh/mes de energía [51] y según la investigación el plástico en el municipio de Corinto es el residuo de mayor generación energía (59101,17 Kwh/Mes) lo que quiere decir que alcanzaría para menos de 390 viviendas que vendría equivaliendo al 18% (1560 personas) de la población total del municipio de Corinto.

En los municipios de Corinto y Silvia de acuerdo a los Anexos A y B y al trabajo de campo se identificó que existen programas de separación en la fuente, educación ambiental lo que facilita el aprovechamiento de los residuos reciclables, mientras que en el municipio de Caloto no existe ninguna de las practicas anteriores.

Los tres (3) municipios (Corinto, Silvia y Caloto) no tienen cobertura en la zona rural por lo tanto tampoco cuentan con un sitio de disposición final, esto se debe a las vías de acceso y a la topografía de los municipios que se encuentran localizados entre la cordillera occidental y central y por los pocos recursos económicos que tienen los municipios para esta gestión.

La determinación del poder calorífico de los residuos sólidos urbanos en los tres (3) municipios (Corinto, Silvia y Caloto) es indispensable para una posible erradicación de los sitios de disposición final como rellenos sanitarios, celdas transitorias o almacenamiento temporal, vertimiento a fuentes hídricas, botadero a cielo abierto e introducción bajo tierra en las zonas rurales ya que algunas viviendas se podrían

ver beneficiadas de los Kwh/mes generados por algunos residuos sólidos que genera la población.

Los residuos sólidos urbanos del municipio de Silvia son los que brindan mayor poder calorífico a comparación de los otros dos municipios (Corinto y Caloto) debido a que presenta un bajo porcentaje (%) de humedad por sus condiciones climáticas y su altitud.

De acuerdo a los objetivos específicos planteados en la investigación se logra el cumplimiento a cabalidad de los tres (3) y por tanto con el objetivo general el cual permitió determinar la capacidad de generación energética de los residuos sólidos urbanos (RSU) de los municipios de Corinto, Silvia y Caloto ubicados en la zona Norte del Departamento del Cauca.

5.2. Recomendaciones.

De acuerdo al estudio de los tres (3) municipios se recomienda una investigación para determinar la capacidad energética de los residuos sólidos urbanos para la generación de energías alternativas que abarque los quince (15) municipios que comprende el norte del Departamento del Cauca los cuales tiene como sitio de disposición final el Relleno Sanitario Regional Colombia - El Guabal ubicado en el municipio de Yotoco del Departamento del Valle del Cauca y así identificar la viabilidad de la instalación de una planta pequeña de incineración.

Teniendo en cuenta que los residuos de comida, poda y de madera contienen una humedad alta y que el poder calorífico que aporta es poco por no decir que es nulo, se recomienda que se realice aprovechamiento de los residuos tecnificando la producción de compostaje.

Debido al gran porcentaje (%) de humedad que contienen los residuos de comida, de poda y la madera se recomienda realizar un proceso de deshidratación a los residuos y posteriormente calcular el poder calorífico.

Para las zonas rurales de los tres (3) municipios los cuales no cuentan con cobertura del servicio de recolección, se plantea generar estrategias como centros de acopio

para residuos sólidos y sitios para el aprovechamiento de residuos orgánicos con el fin de evitar las malas prácticas de disposición final que hay en estas zonas.

BIBLIOGRAFÍA

- [1 M. D. Riascos Chepote y J. A. Torres Riascos, «MODELO AMBIENTAL Y FINANCIERO PARA LA RECOLECCION Y MANEJO DE LAS BASURAS EN EL MUNICIPIO DE BUENAVENTURA,» Pereira, 2007.
- [2 UNED, «Los residuos urbanos y su problematica,» Madrid.
- [3 J. F. Rojas, «¿Que hacer con las basuras?,» *El colombiano*, 10 01 2016.
- [4 Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, «Resolucion 0754,» Bogota, 2014.
- [5 Minvivienda, «Decreto 1077 de 2015,» Bogota, 2015.
- [6 L. Jaime Solorio, «El consumo y la generacion de residuos solidos: una problematica ambiental,» Upbc, Mexicali, 2011.
- [7 SEMANA, «Alta tension en el sector electrico,» *SEMANA*, 23 Octubre 2015.
- [8 R. Estevez, «Eco Inteligencia,» 10 Abril 2013. [En línea]. Available: <https://www.ecointeligencia.com/2013/04/consecuencias-consumo-energetico-insostenible/>. [Último acceso: 16 mayo 2017].
- [9 Dinero, «Colombia necesita otras alternativas en el manejo de las basuras,» *Dinero*, p. 1, 1 mayo 2015.
- [1 Asociacion de Calbidos Indigenas del Norte del Cauca çxhab Wala Kiwe, 0] Territorio del Gran Pueblo, 6 Junio 2015. [En línea]. Available: <http://www.nasaacin.org/informativo-nasaacin/3-newsflash/7658-la-crc-por-segunda-vez,-autoriza-el-cierre-del-relleno-sanitario-ubicado-en-la-vereda-quita-pereza>. [Último acceso: Septiembre 2016].
- [1 «Contraloria General del Cauca,» 27 Octubre 2014. [En línea]. Available: <http://www.contraloria-cauca.gov.co/es/novedades/noticias/18379>.
- [1 S. Baron Lopez, «Politica Distrital de Salud Ambiental para Bogota D.C 2011-2] 2023,» Bogota D.C, 2011.
- [1 G. Henao Jaramillo y L. M. Marquez Zapata, «Aprovechamiento De Los 3] Residuos Solidos Organicos En Colombia,» Medellin, 2008.

- [1 C. A. Millares Romo, «Tendencia tecnologica,» Abril 2015. [En línea]. Available: 4] <http://www.ineel.mx/boletin022015/tenden02.pdf>.
- [1 D. Reyes, «El reto de transformar la basura en energia,» *El Tiempo*, p. 1, 18 5] Agosto 2015.
- [1 Asociacion de empresas de Valorizacion energetica de R.S.U, «AEVERSU,» [En 6] línea]. Available: <http://www.aeversu.org/>. [Último acceso: 09 02 2017].
- [1 Tratamiento y Seleccion de Residuos S.A, «TERSA,» Whads Accent, [En línea]. 7] Available: http://www.teresa.cat/es/planta-de-valorizaci%C3%B3n-energ%C3%A9tica_2172. [Último acceso: 15 02 2017].
- [1 Zabalgardi, S.A. Artigabidea, «Zabalgardi,» [En línea]. Available: 8] <http://www.zabalgardi.com/es/index.html>. [Último acceso: 09 02 2017].
- [1 Klemetsrudanlegget AS, «Klemetsrudanlegget AS,» [En línea]. Available: 9] <http://www.kea-as.no/index.html>. [Último acceso: 08 02 2017].
- [2 Ministerio del medio ambiente, Ministerio de desarrollo economico, «Decreto 0] 1713 de 2002,» Bogota, 2002.
- [2 Minvivienda, Todos por un nuevo paisa, «Portal Minvivienda Planes de Gestion 1] Integral de Residuos Solidos,» [En línea]. Available: <http://www.minvivienda.gov.co/viceministerios/viceministerio-de-agua/planes-de-gestion-integral-de-residuos-solidos>. [Último acceso: 16 02 2017].
- [2 Municipio de Corinto, «Plan de gestion integral de residuos solidos urbanos,» 2] Corinto, 2015.
- [2 Consorcio PGIRS Cauca, «Plan de gestion integral de residuos solidos Silvia - 3] Cauca 2016 -2027,» Silvia, 2016.
- [2 Consorcio PGIRS Cauca, «Plan de Gestion Integral de Residuos Solidos Caloto 4] - Cauca 2016 - 2027,» Caloto, 2016.
- [2 Departamento Nacional de Planeacion, «Plan Nacional de Desarrollo 2014 - 5] 2018,» de *Departamento Nacional de Planeacion*, vol. I, Bogota, Grupo de Comunicaciones y Relaciones Públicas, 2014, p. 550.
- [2 Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, «Decreto 838 de 2005,» 6] Bogota, 2005.
- [2 C. Contreras, «Pontificia Universidad Javeriana - Bogota,» 2006. [En línea]. 7] Available:

http://www.javeriana.edu.co/ier/recursos_user/IER/documentos/OTROS/Pres_Residuos_CamiloC.pdf. [Último acceso: 18 02 2017].

[2 Secretaria de ecología, dirección general de normatividad y apoyo técnico, 8] «Características de los residuos,» de *Análisis del mercado de los residuos sólidos municipales reciclables y evaluación de su potencial de desarrollo*, p. 12.

[2 Solvente soluciones de ingeniería solventa, SL, «Introducción a las energías 9] renovables».

[3 A. M. Quiñonez Cabello, *Energías alternativas: "Solución para el desarrollo 0] sustentable"*, Primera ed., Refinor S.A, 2006, p. 48.

[3 Sitio oficial de Corinto en Cauca, Colombia, «Alcaldía de Corinto - Cauca,» 19 1] Diciembre 2012. [En línea]. Available: http://corinto-cauca.gov.co/informacion_general.shtml. [Último acceso: 07 Noviembre 2016].

[3 Sitio oficial de Silvia en Cauca, Colombia, «Alcaldía de Silvia - Cauca,» 24 Enero 2] 2014. [En línea]. Available: http://www.silvia-cauca.gov.co/informacion_general.shtml. [Último acceso: 07 Noviembre 2016].

[3 Sitio oficial de Nueva Segovia de San Esteban de Caloto en Cauca, Colombia, 3] «Alcaldía de Nueva Segovia de San Esteban de Caloto - Cauca,» 19 Junio 2013. [En línea]. Available: http://caloto-cauca.gov.co/informacion_general.shtml. [Último acceso: 07 Noviembre 2016].

[3 S. d. d. e. i. municipal, «PLAN DE DESARROLLO DEL MUNICIPIO DE CORINTO 4] "A corinto lo gobernamos y acreditamos todos",» Corinto, 2008.

[3 Gobernación del Cauca, «Diagnóstico de condiciones sociales y económicas,» 5] Silvia, 2015.

[3 Gobernación del Cauca, «"Diagnóstico de condiciones sociales y económicas",» 6] Caloto, 2015.

[3 EL congreso de Colombia, «Ley 99 de 1993,» Santafé de Bogotá, 1993. 7]

[3 Congreso de Colombia, «Ley 1259 de 2008,» Bogotá, 2008. 8]

[3 Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, Ministerio de ambiente y desarrollo 9] sostenible, «Minvivienda,» 20 12 2013. [En línea]. Available: <http://www.minvivienda.gov.co/Residuos%20Solidos/Presentaci%C3%B3n%20del%20Decreto%202981%20de%202013.pdf>. [Último acceso: 16 02 2017].

- [4 Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, «Minvivienda,» 27 04 2015. [En línea].
0] Available: <http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesAgua/0288%20-%202015.pdf>. [Último acceso: 16 02 2017].
- [4 Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, Ministerio de ambiente y desarrollo
1] sostenible, «Minvivienda,» 25 11 2014. [En línea]. Available:
<http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesAgua/0754%20-%202014.pdf>.
[Último acceso: 16 02 2017].
- [4 El congreso de Colombia, «Fedebiocombustibles,» 13 05 2014. [En línea].
2] Available: <http://www.fedebiocombustibles.com/files/1715.pdf>. [Último acceso:
16 02 2017].
- [4 Unidad de Planeación Minero Energética - UPM, «Guía ambiental de proyectos
3] carboelectrico,» Bogota D.C, 2002.
- [4 Ministerio de salud, Ministerio del medio ambiente, «Decreto 2676 de 2000,»
4] Bogota, 2000.
- [4 Ministerio de desarrollo economico, Ministerio del medio ambiente, «Decreto
5] 1713 de 2002,» Bogota, 2002.
- [4 K. Sakurai, «METODO SENCILLO DEL ANALISIS DE RESIDUOS SOLIDOS
6] CEPIS/OPS,» 2000.
- [4 L. Malee, «El agua en los alimentos».
7]
- [4 Unidad de Planeacion Minero Energetica, «Manejo ambiental de residuos
8] solidos».
- [4 J. A. Marina, «Energía creadora - Ciencia y tecnología,» Enero 2013. [En línea].
9] Available: <http://www.energiacreadora.es/ec-8/articulo-repsol/>. [Último acceso:
24 03 2017].
- [5 «Incineracion,» Mexico, 1999, p. 9.
0]
- [5 Epm, «Empresas Publicas de Medellin,» [En línea]. Available:
1] http://www.epm.com.co/site/clientes_usuarios/Clientesyusuarios/Empresas/Energ%C3%ADa/Grandesempresas/Tipsparaelusointeligente.aspx. [Último acceso:
25 03 2017].
- [5 Superintendencia de Servicios Publicos- SSPD, «Situación de la disposición
2] final de residuos solidos en colombia- diagnostico 2011-,» Strategy Ltda, Bogota
D.C, 2011.

[5 Departamento Nacional de Planeación, «Plan Nacional de Desarrollo 2014 - 3] 2018,» de *Departamento Nacional de Planeación*, vol. II, Bogotá, Grupo de Comunicaciones y Relaciones Públicas, 2014, p. 680.

[5 Fundación para el desarrollo cultura y social talentos, «Plan de desarrollo 4] municipal corinto cauca 2016 -2019,» Corinto, 2016.



[5 A. L. Mulcú Burbano, L. D. Hermosa Morales, V. Bolaños Mulcú y A. Hurtado 5] Pechene, «Plan de desarrollo territorial Silvia 2016 - 2019,» Silvia, 2016.

[5 Consejo territorial de planeación municipal, «Plan de Desarrollo Municipal Caloto 6] 2016-2019,» de *Unidos por el caloto que soñamos, territorio productivo, turístico y de paz*, Caloto, Cauca, 2016, p. 109.

[5 Renovables Verdes, «Renovables verdes,» 28 Octubre 2010. [En línea]. 7] Available: <https://www.renovablesverdes.com/el-carbon-y-sus-consecuencias-como-fuente-de-energia/>. [Último acceso: 16 05 2017].

ANEXOS

Anexo A. Encuesta al coordinador de disposición final y aseo de Emcorinto.

	
Municipio: <u>Caucho</u>	
Nombre de la Entidad: <u>Emcorinto</u>	
Nombre del encuestado: <u>Juan Alexander Hdez</u>	
Cargo: <u>Coordinador disposición final y aseo</u>	
Tiempo de trabajo en la entidad (meses): _____	

Propósito: El presente cuestionario tiene como objeto recopilar información relacionada con la gestión que se les hace a los residuos sólidos urbanos RSU municipales por parte de funcionarios o entidades públicas ligadas directa o indirectamente a la prestación de dicho servicio, con el ánimo de establecer línea base en la prospección de soluciones para el aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos en el departamento del Cauca.



- ¿Cuál es la actividad económica que más predomina en el municipio?
 - Agricultura
 - Ganadería _____
 - Minería _____
 - Industrial _____
 - Otra _____ ¿Cuál? _____
- ¿Cuáles son los tipos de RSU que más se generan?
 - Plástico _____
 - Vidrio _____
 - Papel y cartón _____
 - Chatarra _____
 - Orgánico
 - Otro _____ ¿Cuál? _____
- Persona encargada de la gestión general de los residuos en el municipio? Emcorinto
- ¿Qué cantidad de residuos sólidos urbanos se están generando el municipio? 179 toneladas/mes.
- ¿El municipio cuenta con PGIRS (Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos)?

SI NO _____ Año de actualización? 2015

*Si su respuesta es NO, continúe con la pregunta 7.
- ¿Cuál ha sido la estrategia que se utiliza para la implementación del plan de manejo de los RSU del municipio?
 - Educación ambiental
 - Incentivos
 - Sanciones
 - Otro _____ ¿Cuál? _____
- ¿Existe algún programa de capacitación en relación al manejo de residuos?

SI NO _____ ¿Cuándo fue el último? _____
- ¿Con que tipo de unidad cuenta el municipio para la disposición final de los RSU (Registro fotográfico)?
 - Refrero Sanitario _____

Página 1

	
a. Botadero a cielo abierto _____ b. Vertimiento a fuentes hídricas _____ c. Incineración _____ d. Introducen bajo tierra _____ e. Celdas transitorias o almacenamiento temporal _____ f. aprovechamiento _____	

Si utilizan celdas transitorias o almacenamiento temporal responda las preguntas 9, 10 y 11



- ¿Cuántas celdas existen? 1
- ¿Cuál es su capacidad de almacenamiento? Para aproximadamente 2 años.
- ¿Cuál es la medida para la disposición final de los residuos?
 - traslado a otro municipio _____ ¿Cuál? _____
 - Otra ¿Cuál? Traslado a un predio privado
- ¿A qué distancia del casco urbano se encuentra ubicado el sitio de disposición o almacenamiento temporal de los RSU? 44 kilómetros.
- ¿El municipio cuenta con algún tipo de empresa para hacer la prestación del servicio de aseo público?

SI NO _____

*Si su respuesta es NO, continúe con la pregunta 17.
- ¿Cuál es el nombre de la empresa prestadora del servicio de aseo público? Emcorinto
- ¿Cómo está constituida la empresa prestadora del servicio de aseo público?
 - Jurídico
 - Natural _____
 - Tercero _____
 - No cuenta _____
- ¿Con cuántos vehículos cuenta la empresa para el transporte de los residuos sólidos urbanos? 1
- ¿Con que frecuencia los vehículos hacen el recorrido de recolección de residuos en el municipio?
 - 1 vez a la semana
 - 2 veces a la semana
 - 3 veces a la semana
 - 4 veces a la semana
 - otra frecuencia _____ ¿Cuál? 5 veces a la semana
- ¿Todos los corregimientos del municipio cuentan con la cobertura de la empresa encargada de la recolección, transporte y disposición de los RSU?

SI _____ NO
- ¿Qué prácticas utilizan los corregimientos que no cuentan con la cobertura del servicio de recolección de RSU (Registro fotográfico)?
 - Botadero a cielo abierto _____
 - Entierro de residuos
 - Disposición en fuentes hídricas
 - Aprovechamiento integral _____

Página 2

	
Otro _____ ¿Cuál? <u>Quema de Residuos</u>	

- ¿El municipio cuenta con un esquema tarifario para el servicio de aseo?

SI NO _____

*Si responde NO, pasar a la pregunta 21.
- ¿Cuál es la tarifa servicio de aseo mensual?
 - 3.000 a 8.000 4600
 - 8.000 a 15.000
 - 15.000 a 20.000
 - 20.000 a 25.000
- ¿Qué mecanismo se utiliza para conocer la cantidad recolectada de RSU?
 - Capacidad de vehículo, cuál 8 ton
 - bascuía
 - Volumen del sitio de disposición
 - Otro _____ ¿Cuál? _____
- ¿Cree usted que es conveniente contar con algún tipo de capacitación que ayude a elaboración de un programa para hacer el aprovechamiento y manejo integral de los RSU del municipio?

SI NO _____
- ¿Qué entidad o persona(s) es la encargada de realizar el reciclaje en su municipio? Asfoteco Caucho
- ¿Dónde está ubicada y como es el área donde se realiza el reciclaje (foto del lugar)?
- ¿Se hace separación en la fuente de los RSU del municipio?



SI NO _____

*Si su respuesta es NO, termine aquí la encuesta.
- ¿Cuáles son los tipos de materiales que se separan en la fuente?
 - Plástico
 - Vidrio
 - Papel y cartón
 - Chatarra
 - Orgánicos
 - Otra _____ ¿Cuál? _____

FIRMA [Firma]
FECHA 15 Nov 2016

Página 3

Anexo B. Encuesta al representante legal de la Asociación de Mujeres Recuperadoras y Transformadoras de Residuos Sólidos – Asofuturocorinto.



Municipio:	Corinto
Nombre de la Entidad:	Asociación Corinto
Nombre del encuestado:	Roberto Javier Vanda
Cargo:	Representante legal
Tiempo de trabajo en la entidad (meses):	

Propósito: El presente cuestionario tiene como objeto recopilar información relacionada con la gestión que se les hace a los residuos sólidos urbanos RSU municipales por parte de funcionarios o entidades públicas ligadas directa o indirectamente a la prestación de dicho servicio, con el ánimo de establecer líneas base en la prospección de soluciones para el aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos en el departamento del Cauca.

- ¿Cuál es la actividad económica que más predomina en el municipio?
 - Agricultura
 - Ganadería
 - Minería
 - Industrial
 - Otra ¿Cuál? _____
- ¿Cuáles son los tipos de RSU que más se generan?
 - Plástico
 - Vidrio
 - Papel y cartón
 - Chatarra
 - Orgánicos
 - Otro ¿Cuál? _____
- Persona encargada de la gestión general de los residuos en el municipio?
Encargado
- ¿Qué cantidad de residuos sólidos urbanos se están generando el municipio? 165-180 toneladas/díes.

Si NO, Año de actualización? _____
 *Si su respuesta es NO, continúe con la pregunta 7.
- ¿Cuál ha sido la estrategia que se utiliza para la implementación del plan de manejo de los RSU del municipio?
 - Educación ambiental
 - Incentivos
 - Sanciones
 - Otro ¿Cuál? _____
- ¿Existe algún programa de capacitación en relación al manejo de residuos?
 Si NO, ¿Cuándo fue el último? _____
- ¿Con qué tipo de unidad cuenta el municipio para la disposición final de los RSU (Registro fotográfico)?
 - Relleno Sanitario

Página 1



- Depositarlo a cielo abierto
- Vertimiento a fuentes hídricas
- Inineración
- Introducen bajo tierra
- Celdas transitorias o almacenamiento temporal
- Aprovechamiento

Si utilizan celdas transitorias o almacenamiento temporal responda las preguntas 9, 10 y 11

- ¿Cuántas celdas existen? 1
- ¿Cuál es su capacidad de almacenamiento? _____
- ¿Cuál es la medida para la disposición final de los residuos?
 - traslado a otro municipio ¿Cuál? Lote de la Zona Rural
 - Otra ¿Cuál? _____
- ¿A qué distancia del casco urbano se encuentra ubicado el sitio de disposición o almacenamiento temporal de los RSU? _____ kilómetros.

¿El municipio cuenta con algún tipo de empresa para hacer la prestación del servicio de aseo público?
 Si NO
 *Si su respuesta es NO, continúe con la pregunta 17.
- ¿Cuál es el nombre de la empresa prestadora del servicio de aseo público?
Emseco
- ¿Cómo está constituida la empresa prestadora del servicio de aseo público?
 - Jurídico
 - Natural
 - Tercero
 - No cuenta
- ¿Con cuántos vehículos cuenta la empresa para el transporte de los residuos sólidos urbanos? _____
- ¿Con qué frecuencia los vehículos hacen el recorrido de recolección de residuos en el municipio?
 - 1 vez a la semana
 - 2 veces a la semana
 - 3 veces a la semana
 - 4 veces a la semana
 - otra frecuencia ¿Cuál? 5 veces a la semana
- ¿Todos los corregimientos del municipio cuentan con la cobertura de la empresa encargada de la recolección, transporte y disposición de los RSU?
 Si NO
- ¿Qué prácticas utilizan los corregimientos que no cuentan con la cobertura del servicio de recolección de RSU (Registro fotográfico)?
 - Escadero a cielo abierto
 - Entierro de residuos
 - Disposición en fuentes hídricas
 - Aprovechamiento integral

Página 2





- Otro ¿Cuál? _____
- ¿El municipio cuenta con un esquema tarifario para el servicio de aseo?
 Si NO
 *Si responde NO, pasar a la pregunta 21.
- ¿Cuál es la tarifa servicio de aseo mensual?
 - 3.000 a 5.000
 - 8.000 a 15.000
 - 15.000 a 20.000
 - 20.000 a 25.000
- ¿Qué mecanismo se utiliza para conocer la cantidad recolectada de RSU?
 - Capacidad de vehículo, cuál _____
 - basculas
 - Volumen del sitio de disposición
 - Otro ¿Cuál? _____
- ¿Cree usted que es conveniente contar con algún tipo de capacitación que ayude a elaboración de un programa para hacer el aprovechamiento y manejo integral de los RSU del municipio?
 Si NO
- ¿Qué entidad o persona(s) es la encargada de realizar el reciclaje en su municipio?
Asociación Corinto
- ¿Dónde está ubicada y como es el área donde se realiza el reciclaje (foto del lugar)? _____
- ¿Se hace separación en la fuente de los RSU del municipio?
 Si NO
 *Si su respuesta es NO, termine aquí la encuesta.
- ¿Cuáles son los tipos de materiales que se separan en la fuente?
 - Plástico
 - Vidrio
 - Papel y cartón
 - Chatarra
 - Orgánicos
 - Otra ¿Cuál? _____

FIRMA Roberto J. Vanda
 FECHA _____

Página 3

Anexo C. Documentos radicados en el municipio de Silvia solicitando información para poder desarrollo del proyecto.

 **ASERHI**

Popayán, 25 de Octubre de 2016

MUNICIPIO DE SILVIA CAUCA
3001
RECIBO
17 NOV 2016
CALLE 100 No. 17-11-16
CALLE 100 No. 17-11-16

AUTONOMIA

GIN-16-060

Doctor
JOSÉ GUSTAVO CUENE CORREA
Alcalde del Municipio de Silvia
Departamento del Cauca

Asunto: Solicitud de cooperación para recolección de información

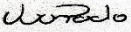
Cordial Saludo,


Con el fin de establecer la línea base en la prospección de soluciones para el aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos en el departamento del Cauca. La **CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DEL CAUCA** y la empresa **ASERHI S.A.S E.S.P.** han formalizado un convenio con el interés de continuar contribuyendo a recuperar el medio ambiente, proteger la salud de las personas y mejorar la calidad de vida en la región. **ASERHI S.A.S E.S.P.** es una empresa caucana con 12 años de experiencia en la región del occidente colombiano y se especializa en el manejo de residuos peligrosos (RESPEL).

Por lo tanto, solicitamos comedidamente la autorización para que un funcionario de su despacho que maneje el tema de residuos pueda recibir y brindarle información puntual al pasante **EDGAR ARTURO MURILLO RUIZ** identificado con C.C. 1.061.778.583 para recabar datos muy valiosos para dar cumplimiento a los objetivos de nuestro proyecto.

La reunión se programará de acuerdo a la disposición de tiempo del funcionario que usted designe para tal fin y será coordinada por nuestra directora científica y la pasante en cuestión quienes se comunicarán continuamente con ustedes.

De antemano agradecemos su atención y colaboración prestada.


Juan Pablo Prada Medina
Decano de la facultad de ciencias ambientales y desarrollo sostenible


Yhon Elkin Giraldo
Representante legal de ASERHI S.A.S. E.S.P.

*Vº Bº por haberse decretado
aseo a favor preparación
la autorización
García*

 **ASERHI**

Popayán, 25 de Octubre de 2016

MUNICIPIO DE SILVIA CAUCA
3001
RECIBO
17 NOV 2016
CALLE 100 No. 17-11-16
CALLE 100 No. 17-11-16

AUTONOMIA

GIN-16-060

Doctor
JOSÉ GUSTAVO CUENE CORREA
Alcalde del Municipio de Silvia
Departamento del Cauca

Asunto: Solicitud de cooperación para recolección de información

Cordial Saludo,

Con el fin de establecer la línea base en la prospección de soluciones para el aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos en el departamento del Cauca. La **CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DEL CAUCA** y la empresa **ASERHI S.A.S E.S.P.** han formalizado un convenio con el interés de continuar contribuyendo a recuperar el medio ambiente, proteger la salud de las personas y mejorar la calidad de vida en la región. **ASERHI S.A.S E.S.P.** es una empresa caucana con 12 años de experiencia en la región del occidente colombiano y se especializa en el manejo de residuos peligrosos (RESPEL).

Por lo tanto, solicitamos comedidamente la autorización para que un funcionario de su despacho que maneje el tema de residuos pueda recibir y brindarle información puntual al pasante **EDGAR ARTURO MURILLO RUIZ** identificado con C.C. 1.061.778.583 para recabar datos muy valiosos para dar cumplimiento a los objetivos de nuestro proyecto.

La reunión se programará de acuerdo a la disposición de tiempo del funcionario que usted designe para tal fin y será coordinada por nuestra directora científica y la pasante en cuestión quienes se comunicarán continuamente con ustedes.

De antemano agradecemos su atención y colaboración prestada.



Juan Pablo Prada Medina
Decano de la facultad de ciencias ambientales y desarrollo sostenible


Yhon Elkin Giraldo
Representante legal de ASERHI S.A.S. E.S.P.

*Vº Bº por haberse decretado
aseo a favor preparación
la autorización
García*

Primera carta radicada en la alcaldía.: 17-11-16

Segunda carta radicada en la alcaldía con autorización del alcalde: 20-12-16

 **REPUBLICA DE COLOMBIA**
DEPARTAMENTO DEL CAUCA
ALCALDIA MUNICIPAL DE SILVIA
NIT. 800.095986-6
COORDINACIÓN DE RIESGO, DESASTRES Y AMBIENTAL

Silvia Cauca, 20 de Diciembre de 2016

SEÑOR:
DIEGO ALONSO GIL
GERENTE ACUEDUCTO
SILVIA CAUCA

REF: AUTORIZACION

Cordial Saludo


Por medio del presente se le autoriza al señor **EDGAR ARTURO MURILLO RUIZ** identificado con cedula de ciudadanía No 1061778583 para recolectar información referente al aprovechamiento y prospección de los residuos sólidos en el Municipio de Silvia.

Acordé a solicitud mediante a oficio 3001 del 17 de Noviembre de 2016 a través de la corporación Universitaria Autónoma del Cauca, dicha información será de vital importancia para la toma de decisiones ya que será entregada una vez terminado el proceso de recolección de la misma en común acuerdo entre los entes participantes.

Para continua comunicación pasante se remite
edgar.murillo@unautonoma.edu.co celular 3046546874.

Agradezco su atención

Atentamente


JOSE GUSTAVO CUENE CORREA
Alcalde Municipal

Anexo: copia oficio de solicitud

Proyecto: Manuel Alexander Sterling O.


MUNICIPIO DE SILVIA - CAUCA
NIT. 8000986-6
CORRESPONDENCIA DESPACHADA
Nº 1066
FECHA: 20 DIC 2016

PORTAFOLIO DE CONVOCADO Y ASISTENTE DEL AREA
DE RIESGO, DESASTRES Y AMBIENTAL
DIRECCION GENERAL DE RIESGO Y
DEFENSA CIVIL
MARZO 2016 - 2016
MARZO 2016 - 2016
20 DIC 2016 HORA: 10:23 AM
Nº FOLIO: 2 PARA: GERENTE
FORMA: RECIBO

"SILVIA... DE TODOS, CON TODOS ¡PARA TODOS!"
Calle 99 No. 2-40 Torque Principal Tel: (80) 8071011 - 751168 Fax: 751168 A.M. 3729 Popayán.
Pag: www.unautonoma.edu.co/portal/2016/03/08/2016-03-08-001

Tercera carta radicada en el acueducto: 20-12-16

Anexo D Encuesta a la única persona que realiza la gestión del reciclaje en el municipio de Silvia.


MUNICIPALIDAD DE SILVIA


Municipio: Silvia
 Nombre de la Entidad: Compra Venta de Chatarra Maniva
 Nombre del encuestado: Diego Velasco
 Cargo: Dueño del Centro de Acopio

Tiempo de trabajo en la entidad (meses): _____

Propósito: El presente cuestionario tiene como objeto recopilar información relacionada con la gestión que se es dado a los residuos sólidos urbanos RSU municipales por parte de funcionarios o entidades públicas ligadas directa o indirectamente a la prestación de dicho servicio, con el ánimo de establecer línea base en la prospección de soluciones para el aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos en el departamento del Cauca.

- ¿Cuál es la actividad económica que más predomina en el municipio?
 - Agricultura
 - Ganadería _____
 - Minería _____
 - Industria _____
 - Otra _____ ¿Cuál? _____
- ¿Cuáles son los tipos de RSU que más se generan?
 - Plástico
 - Vidrio
 - Papel y cartón
 - Chatarra
 - Orgánicos _____
 - Otra _____ ¿Cuál? _____
- Persona encargada de la gestión general de los residuos en el municipio?
Lez Montano
- ¿Qué cantidad de residuos sólidos urbanos se están generando el municipio? _____ toneladas/mes.
- ¿El municipio cuenta con PGIRS (Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos)?
SI _____ NO ____ Año de actualización? _____
*Si su respuesta es NO, continúe con la pregunta 7.
- ¿Cuál ha sido la estrategia que se utiliza para la implementación del plan de manejo de los RSU del municipio?
 - Educación ambiental
 - Incentivos
 - Sanciones
 - Otra _____ ¿Cuál? _____
- ¿Existe algún programa de capacitación en relación al manejo de residuos?
SI NO _____ ¿Cuándo fue el último? _____
- ¿Con qué tipo de unidad cuenta el municipio para la disposición final de los RSU (Registro fotográfico)?
 - Refrero Sanitario _____


Página 1


MUNICIPALIDAD DE SILVIA

- ¿Aprovechamiento integral?
- Otra _____ ¿Cuál? _____
- ¿El municipio cuenta con un esquema tarifario para el servicio de aseo?
 - SI _____ NO _____
 - *Si responde NO, pasar a la pregunta 2*
- ¿Cuál es la tarifa servicio de aseo mensual?
 - 3.000 a 5.000
 - 5.000 a 15.000
 - 15.000 a 20.000
 - 20.000 a 25.000
- ¿Qué mecanismo se utiliza para conocer la cantidad recolectada de RSU?
 - Capacidad de vehículo, cual _____
 - base de datos
 - Volumen del sitio de disposición
 - Otra _____ ¿Cuál? _____
- ¿Cree usted que es conveniente contar con algún tipo de capacitación que ayude a elaboración de un programa para hacer el aprovechamiento y manejo integral de los RSU del municipio?
SI NO _____
- ¿Qué entidad o persona(s) es la encargada de realizar el reciclaje en su municipio?
Compra y Venta de Chatarra Maniva
- ¿Dónde está ubicada y como es el área donde se realiza el reciclaje (foto del lugar)?
- ¿Se hace separación en la fuente de los RSU del municipio?
SI _____ NO _____
*Si su respuesta es NO, termine aquí la encuesta.
- ¿Cuáles son los tipos de materiales que se separan en la fuente?
 - Plástico _____
 - Vidrio _____
 - Papel y cartón _____
 - Chatarra _____
 - Orgánicos _____
 - Otra _____ ¿Cuál? _____

FIRMA Diego Velasco
 FECHA _____

Página 3


MUNICIPALIDAD DE SILVIA

- Botadero a cielo abierto _____
- Vertimiento a fuentes hídricas _____
- Inchicacón _____
- Introducción bajo tierra _____
- Celdas transitorias o almacenamiento temporal
- aprovechamiento _____

Si utilizan celdas transitorias o almacenamiento temporal responda las preguntas 9, 10 y 11:

- ¿Cuántas celdas existen? _____
- ¿Cuál es su capacidad de almacenamiento? _____
- ¿Cuál es la medida para la disposición final de los residuos?
 - traslado a otro municipio _____ ¿Cuál? _____
 - Otra _____ ¿Cuál? _____
- ¿A qué distancia del casco urbano se encuentra ubicado el sitio de disposición o almacenamiento temporal de los RSU? _____ kilómetros.
- ¿El municipio cuenta con algún tipo de empresa para hacer la prestación del servicio de aseo público?
SI NO _____
*Si su respuesta es NO, continúe con la pregunta 17.
- ¿Cuál es el nombre de la empresa prestadora del servicio de aseo público?
Empresa de Aseo Silvia
- ¿Cómo está constituida la empresa prestadora del servicio de aseo público?
 - Jurídico _____
 - Natural _____
 - Tercero _____
 - No cuenta _____
- ¿Con cuántos vehículos cuenta la empresa para el transporte de los residuos sólidos urbanos? _____
- ¿Con qué frecuencia los vehículos hacen el recorrido de recolección de residuos en el municipio?
 - 1 vez a la semana
 - 2 veces a la semana
 - 3 veces a la semana
 - 4 veces a la semana
 - otra frecuencia _____ ¿Cuál? _____
- ¿Todos los corregimientos del municipio cuentan con la cobertura de la empresa encargada de la recolección, transporte y disposición de los RSU?
SI _____ NO _____
- ¿Qué prácticas utilizan los corregimientos que no cuentan con la cobertura del servicio de recolección de RSU (Registro fotográfico)?
 - Botadero a cielo abierto _____
 - Entierro de residuos
 - Disposición en fuentes hídricas _____

Página 2

Anexo E. Encuesta al técnico administrativo de la oficina de agricultura y ambiente Caloto.



Municipio: Caloto
 Nombre de la Entidad: Oficina de Agricultura y Amb.
 Nombre del encuestado: Eduin Yamil Silva
 Cargo: Técnico Administrativo
 Tiempo de trabajo en la entidad (meses): _____

Propósito: El presente cuestionario tiene como objeto recopilar información relacionada con la gestión que se les hace a los residuos sólidos urbanos RSU municipales por parte de funcionarios o entidades públicas ligadas directa o indirectamente a la prestación de dicho servicio, con el ánimo de establecer línea base en la prospección de soluciones para el aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos en el departamento del Cauca.

- 1) ¿Cuál es la actividad económica que más predomina en el municipio?
 a. Agricultura x 70%
 b. Ganadería _____
 c. Minería _____
 d. Industrial x 30%
 e. Otra _____ ¿Cuál? _____
- 2) ¿Cuáles son los tipos de RSU que más se generan?
 a. Plástico x
 b. Vidrio _____
 c. Papel y cartón x
 d. Chatarra _____
 e. Orgánico x
 f. Otro _____ ¿Cuál? _____
- 3) Persona encargada de la gestión general de los residuos en el municipio?
Secretaria de Infraestructura
- 4) ¿Qué cantidad de residuos sólidos urbanos se están generando el municipio? NO
 toneladas/mes.
- 5) ¿El municipio cuenta con PGIRS (Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos)?
 SI NO x Año de actualización? _____
 *Si su respuesta es NO, continúe con la pregunta 7.
- 6) ¿Cuál ha sido la estrategia que se utiliza para la implementación del plan de manejo de los RSU del municipio?
 a. Educación ambiental _____
 b. Incentivos _____
 c. Sanciones _____
 d. Otro _____ ¿Cuál? PRAE
- 7) ¿Existe algún programa de capacitación en relación al manejo de residuos?
 SI NO ¿Cuándo fue el último? 2015 PRAE Ecológicos
- 8) ¿Con que tipo de unidad cuenta el municipio para la disposición final de los RSU (Registro fotográfico)?
 a. Relleno Sanitario x



- b. Botadero a cielo abierto _____
 c. Vertimiento a fuentes hídricas _____
 d. Incineración _____
 e. Introducen bajo tierra _____
 f. Celdas transitorias o almacenamiento temporal _____
 g. aprovechamiento _____
- 9) ¿Cuántas celdas existen? _____
- 10) ¿Cuál es su capacidad de almacenamiento? _____
- 11) ¿Cuál es la medida para la disposición final de los residuos?
 a. traslado a otro municipio x ¿Cuál? Relleno el Guabal en Yotoco
 b. Otra _____ ¿Cuál? _____
- 12) ¿A qué distancia del casco urbano se encuentra ubicado el sitio de disposición o almacenamiento temporal de los RSU? 1214 kilómetros.
- 13) ¿El municipio cuenta con algún tipo de empresa para hacer la prestación del servicio de aseo público?
 SI x NO _____
 *Si su respuesta es NO, continúe con la pregunta 17.
- 14) ¿Cuál es el nombre de la empresa prestadora del servicio de aseo público?
Empacaloto
- 15) ¿Cómo está constituida la empresa prestadora del servicio de aseo público?
 a. Jurídico x b. Natural _____ c. Tercero _____ d. No cuenta _____
- 16) ¿Con cuántos vehículos cuenta la empresa para el transporte de los residuos sólidos urbanos? 1
- 17) ¿Con qué frecuencia los vehículos hacen el recorrido de recolección de residuos en el municipio?
 a. 1 vez a la semana _____
 b. 2 veces a la semana _____
 c. 3 veces a la semana _____
 d. 4 veces a la semana _____
 e. otra frecuencia _____ ¿Cuál? _____
- 18) ¿Todos los corregimientos del municipio cuentan con la cobertura de la empresa encargada de la recolección, transporte y disposición de los RSU?
 SI _____ NO x
- 19) ¿Qué prácticas utilizan los corregimientos que no cuentan con la cobertura del servicio de recolección de RSU (Registro fotográfico)?
 a. Botadero a cielo abierto _____
 b. Entierro de residuos x
 c. Disposición en fuentes hídricas x
 d. Aprovechamiento integral _____

Página 1

Página 2



- a. Otro _____ ¿Cuál? _____
- 20) ¿El municipio cuenta con un esquema tarifario para el servicio de aseo?
 SI _____ NO x
 *Si responde NO, pasar a la pregunta 21.
- 21) ¿Cuál es la tarifa servicio de aseo mensual?
 a. 3.000 a 8.000 _____
 b. 8.000 a 15.000 _____
 c. 15.000 a 20.000 _____
 d. 20.000 a 25.000 _____
- 22) ¿Qué mecanismo se utiliza para conocer la cantidad recolectada de RSU?
 a. Capacidad de vehículo, cuál 10-12 ton
 b. báscula _____
 c. Volumen del sitio de disposición _____
 d. Otro _____ ¿Cuál? _____
- 23) ¿Cree usted que es conveniente contar con algún tipo de capacitación que ayude a elaboración de un programa para hacer el aprovechamiento y manejo integral de los RSU del municipio?
 SI x NO _____
- 24) ¿Qué entidad o persona(s) es la encargada de realizar el reciclaje en su municipio?
Hay 2 personas que lo realizan de forma informal
- 25) ¿Dónde está ubicada y como es el área donde se realiza el reciclaje (foto del lugar)?
En un corregimiento que está aproximadamente está a 300m.
- 26) ¿Se hace separación en la fuente de los RSU del municipio?
 SI _____ NO x
 *Si su respuesta es NO, termine aquí la encuesta.
- 27) ¿Cuáles son los tipos de materiales que se separan en la fuente?
 a. Plástico x
 b. Vidrio _____
 c. Papel y cartón _____
 d. Chatarra _____
 e. Orgánicos _____
 f. Otra _____ ¿Cuál? _____

FIRMA: Eduin Yamil Silva
 FECHA: 22-Nov-16

Página 3

Anexo F. Fotografías de las visitas de campo de los municipios de Corinto, Silvia, Caloto.

3. Visita de campo municipio de Corinto.



Imagen 1: Sitio de disposición final Celda transitoria



Imagen 2: Sitio de disposición final Celda transitoria, recubrimiento con “tierra amarilla”.



Imagen 3: Panorámica de la celda transitoria



Imagen 4. Distribución de los residuos sólidos urbanos.



Imagen 5: Centro de acopio "Asofuturocorinto".



Imagen 6: Material aprovechable separado por la "Asofuturocorinto"

4. Visita de campo municipio de Silvia



Imagen 7: Material separado no aprovechable listo para ser llevado a los "Picachos"



Imagen 9: Caseta para la elaboración de abono orgánico a partir de los RSU del municipio de Silvia



Imagen 10: Abono orgánico ya oxigenado y listo para su comercialización.