

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

Trabajo de fin de carrera titulado:

**“DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE CENIZAS Y HUMEDAD
CONTENIDO EN LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DEL DISTRITO
METROPOLITANO DE QUITO”**

Realizado por:

NATALIA ESTEFANÍA TOBAR PADILLA

Directora del proyecto:

ING. KATTY CORAL

Como requisito para la obtención del título de:

INGENIERA AMBIENTAL

2015

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, NATALIA ESTEFANÍA TOBAR PADILLA, con cedula de identidad No. 1717633786, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, el cual es continuación del plan de investigación realizado por DAVID DUEÑAS GOMEZ, con respectivas modificaciones, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que ha consultado las referencias bibliografías que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERCIONAL SEK ECUADOR, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Natalia Estefanía Tobar Padilla

C.I.1717633786

DECLARATORIA

Trabajo de fin de carrera titulado:

**“DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE CENIZAS Y HUMEDAD
CONTENIDO EN LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DEL DISTRITO
METROPOLITANO DE QUITO”**

Realizado por:

NATALIA ESTEFANÍA TOBAR PADILLA

Como requisito para la obtención del título de:

INGENIERA AMBIENTAL

Ha sido dirigido por la profesora

ING. KATTY CORAL

Quién considera que constituye un trabajo original de su autoría.

Ing. Katty Coral

DIRECTORA

LOS PROFESORES INFORMANTES

Los profesores informantes:

ING. ANA LUCIA RODRIGUEZ

ING. ESTEBAN OVIEDO

Después de revisar el trabajo presentado, lo han calificado como apto para su defensa oral ante el tribunal examinador

Ing. Ana Lucia Rodríguez

Ing. Esteban Oviedo

Quito,

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de investigación a mi Madre, por su gran ejemplo, constante lucha y esfuerzo para que sus hijas sean profesionales.

AGRADECIMIENTO

A mi directora de tesis, Ing. Katty Coral quien con su experiencia y conocimiento logro guiar mi camino para la culminación exitosa de mi investigación.

A mis profesores, Ana Rodríguez y Esteban Oviedo por su ayuda, colaboración y motivación aportaron en gran medida al proyecto.

A los docentes que se convirtieron en amigos, motivadores y grandes ejemplos durante toda mi carrera.

A mi Padre y a mi Hermana los cuales han sido de gran apoyo a lo largo de mi vida.

A la Universidad Internacional SEK, por ser la institución en la cual he alcanzado una de mis metas de estudio.

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO I INTRODUCCION	1
1. INTRODUCCION	1
1.1. El problema de investigación.....	2
1.1.1. Planteamiento del problema	2
1.1.1.1. Diagnóstico.....	3
1.1.1.2. Pronóstico	3
1.1.1.3. Control de pronóstico	3
1.1.2. Formulación del problema.....	3
1.1.3. Sistematización del problema	3
1.1.4. Objetivos generales	4
1.1.5. Objetivos específicos.....	4
1.1.6. Justificaciones	4
1.2. MARCO TEÓRICO	5
1.2.1. Estado actual de los sistemas de gestión de RSU.....	5
1.2.2. Adopción de una perspectiva teórica	5
1.2.3. Marco conceptual	6
1.2.3.1. Residuo.....	6
1.2.3.2. Residuos Sólidos Urbanos	6
1.2.3.3. Tratamiento térmico de residuos.....	6
1.2.3.4. Sistemas de Tratamiento Térmico	7
1.2.3.4.1. Incineración de residuos	7
1.2.3.4.2. Pirólisis.....	7
1.2.3.4.3. Gasificación.....	7
1.2.3.4.4. Fines de la Incineración	8
1.2.3.5. Cenizas en RSU.....	9
1.2.3.6. Humedad en RSU	10
CAPITULO II METODO.....	11
2. METODO.....	11
2.1. Nivel de estudio.....	11
2.2. Modalidad de investigación.....	11

2.3.	Método	11
2.3.1.	Obtención de muestras.....	11
2.3.2.	Preservación y transporte.....	13
2.3.3.	Preparación de la muestra.....	13
2.3.4.	Determinación del porcentaje de humedad (%H)	13
2.3.5.	Determinación del porcentaje de cenizas (%C)	14
2.4.	Cálculos adicionales	15
2.4.1.	Reducción en peso de los residuos después de la calcinación tanto en base seca como en base húmeda	15
2.4.1.1.	Reducción de peso en base seca:	16
2.4.1.2.	Reducción de peso en base humedad:.....	16
2.4.2.	Ponderación a escala real de la disminución de peso y volumen	16
2.4.3.	Tratamiento estadístico	17
2.5.	Población y muestra	18
2.6.	Selección de instrumentación de investigación.....	18
2.7.	Validez y confiabilidad de instrumento	19
2.8.	Procesamiento de datos	19
CAPITULO III RESULTADOS		20
3.	RESULTADOS	20
3.1.	Levantamiento de datos	20
3.2.	Muestreo.....	20
3.3.	Procedimiento para la determinación del porcentaje de humedad y cenizas.....	20
3.3.1.	Preparación de la muestra.....	20
3.3.1.1.	Cuantificación del porcentaje de Humedad	20
3.3.1.2.	Cuantificación del porcentaje de Cenizas	22
3.4.	Datos primarios	23
3.4.1.	Cálculos primarios de humedad y de cenizas	23
3.4.1.1.	Cálculos primarios de humedad y cenizas de la Estación de Transferencia Santa Rosa ET1	24
3.4.1.2.	Cálculos primarios de humedad y cenizas de la Estación de Transferencia Zámbriza ET2.....	28
3.5.	Resultados para ET1 Santa Rosa	32
3.5.1.	Resultados e interpretación de porcentaje de humedad %H.....	33
3.5.2.	Resultados e interpretación de porcentaje de cenizas %C.....	35
3.5.3.	Resultados e interpretación de porcentaje de reducción en peso.....	36
3.5.4.	Ponderación de contenido de humedad.....	41

3.6.	Resultado para ET2 Zámbezina.....	44
3.6.3.	Resultados e interpretación de porcentaje de cenizas (%C).....	47
3.6.4.	Resultados e interpretación de porcentaje de reducción en peso.....	48
3.6.5.	Resultados e interpretación de porcentaje de reducción.....	49
3.6.6.	Porcentaje de contenido de humedad.....	54
3.7.	Comparación entre ET1 Y ET2.....	56
3.7.1.	Comparación porcentaje de humedad %H.....	57
3.7.2.	Comparación porcentaje de humedad %H.....	58
CAPITULO IV DISCUSIÓN.....		59
4.	DISCUSIÓN.....	59
4.1.	Conclusiones.....	59
4.2.	Recomendaciones.....	61
CAPITULO V REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....		63
5.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	63
6.	ANEXOS.....	1

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 1. Densidad Promedio RSU del Distrito Metropolitano de Quito (kg/m ³).....	17
Tabla No. 2. Composición de RSU Distrito Metropolitano de Quito (%)	17
Tabla No. 3. Ejemplo de reporte de datos de laboratorio	21
Tabla No. 4. Datos primarios de Porcentaje de Cenizas	24
Tabla No. 5. Datos primarios de Porcentaje de Humedad para ET1.....	26
Tabla No. 6. Datos primarios de Porcentaje de Cenizas para ET2	28
Tabla No. 7. Datos primarios de Porcentaje de Cenizas para ET2	30
Tabla No. 8. Promedios para Papel y Cartón ET1	32
Tabla No. 9. Promedios para Textil ET1	32
Tabla No. 10. Promedios para Materia Orgánica ET1	32
Tabla No. 11. Promedios de Porcentaje de Humedad ET1	33
Tabla No. 12. Ponderación de cálculos realizados teniendo como base un día de generación	41
Tabla No. 13. Promedios para Papel y Cartón ET2.....	44
Tabla No. 14. Promedios para Textil ET2.....	44
Tabla No. 15. Promedios para M. Orgánico ET2	44
Tabla No. 16. Promedios para Humedad ET2	45
Tabla No. 17. Ponderación de cálculos realizados teniendo como base un día de generación	54

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico No. 1. Método de cuarteo de muestras	12
Gráfico No. 2. Comparación de porcentaje mensuales de humedad en ET1	33
Gráfico No. 3. Porcentaje promediado según categorías en ET1	34
Gráfico No. 4. Porcentaje de cenizas ET1	35
Gráfico No. 5. Reducción de peso en base seca ET1	36
Gráfico No. 6. Reducción de peso en base húmeda ET1	37
Gráfico No. 7. Comparación del peso a disponer sin tratamiento y el peso a disponer como cenizas con respecto al Papel y Cartón en ET1	38
Gráfico No. 8. Comparación porcentual del peso a disponer sin tratamiento y el peso a disponer como cenizas con respecto al Papel y Cartón en ET1	38
Gráfico No. 9. Comparación del peso a disponer sin tratamiento y el peso a disponer como cenizas con respecto a Textiles en ET1	39
Gráfico No. 10. Comparación porcentual del peso a disponer sin tratamiento y el peso a disponer como cenizas con respecto a Textiles en ET1	39
Gráfico No. 11. Comparación del peso a disponer sin tratamiento y el peso a disponer como cenizas con respecto a Materia Orgánica en ET1	40
Gráfico No. 12. Comparación porcentual del peso a disponer sin tratamiento y el peso a disponer como cenizas con respecto a Materia Orgánica en ET1	40
Gráfico No. 13. Volumen de humedad contenida en los residuos ET1	42
Gráfico No. 14. Aporte según categorías al volumen de humedad total ET1	42
Gráfico No. 15. Comparación de porcentaje mensuales de humedad en ET2	45
Gráfico No. 16. Porcentaje promediado de humedad según categorías en ET2	46
Gráfico No. 17. Porcentaje de cenizas ET2	47
Gráfico No. 18. Reducción de peso en base seca ET2	48
Gráfico No. 19. Reducción de peso en base seca	49
Gráfico No. 20. Comparación del peso a disponer sin tratamiento y el peso a disponer como cenizas con respecto al Papel y Cartón en ET2	50
Gráfico No. 21. Comparación porcentual del peso a disponer sin tratamiento y el peso a disponer como cenizas con respecto al Papel y Cartón en ET2	50
Gráfico No. 22. Comparación del peso a disponer sin tratamiento y el peso a disponer como cenizas con respecto a Textiles en ET2	51
Gráfico No. 23. Comparación porcentual del peso a disponer sin tratamiento y el peso a disponer como cenizas con respecto a Textiles en ET2	52
Gráfico No. 24. Comparación del peso a disponer sin tratamiento y el peso a disponer como cenizas con respecto a Materia Orgánica en ET2	53
Gráfico No. 25. Comparación porcentual del peso a disponer sin tratamiento y el peso a disponer como cenizas con respecto a Materia Orgánica en ET1	53
Gráfico No. 26. Volumen de humedad contenida en los residuos ET2	55
Gráfico No. 27. Aporte según categorías al volumen de humedad total ET2	55
Gráfico No. 28. Comparación del porcentaje de cenizas entre ET1 y ET2	56
Gráfico No. 29. Comparación de la reducción de volumen entre ET1 Y ET2	57
Gráfico No. 30. Comparación del porcentaje de humedad entre ET1 y ET2	58

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo No. 1 DATOS MUESTRAS ET1	1
Anexo No. 2 DATOS MUESTRAS ET1	7
Anexo No. 3 FOTOGRAFÍAS	16

RESUMEN

La presente investigación se enfocó en la cuantificación de dos de las principales características físico químicas de los residuos sólidos urbanos del Distrito Metropolitano de Quito, el porcentaje de cenizas considerado como el material residuo al pasar por procesos de intercambio térmico y el porcentaje de humedad debido a su importancia en la generación de lixiviados, determinante al momento de aplicar tratamientos térmicos de los residuos sólidos urbanos.

La metodología utilizada se basó en la aplicación de la Guía HDT 17 “METODO SENCILLO DEL ANALISIS DE RESIDUOS SÓLIDOS” del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) y desarrollada por el Dr. Kunitoshi Sakurai, tomando muestras de las estaciones de transferencia del DMQ, Estación de transferencia Santa Rosa (ET1) Estación de transferencia Zambiza (ET2), para la cuales se establece valores para los procesos de secado en estufa de 105 °C durante 24 horas de los residuos, y, para la calcinación, proceso similar a una incineración, de 650 °C durante 4 horas en la mufla, de los residuos previamente secados.

Los valores obtenidos para porcentajes de reducción de peso fueron superiores al 80%, además, existió una gran variabilidad del porcentaje de humedad, dependiendo de la categoría analizada desde 1,61% para vajilla desechable hasta 84% para la materia orgánica.

Palabras clave:

Residuos Sólidos Urbanos, Incineración, Lixiviados, Intercambio Térmico.

ABSTRACT

The main objective of this research was to contribute to the quantification of two major physico-chemical characteristics on the urban solid waste in the Metropolitan District of Quito. A percentage of ash was considered as material residue that passing through processes like heat exchange and moisture, because of its importance in the generation of leachate, determining when applying heat treatment of municipal solid waste.

To achieve this, an laboratory analysis methodology was implemented , adapted from the Guide HDT 17 "SIMPLE METHOD OF ANALYSIS OF SOLID WASTE" the Panamerican Center for Sanitary Engineering and Environmental Sciences (CEPIS) and developed by Dr. Kunitoshi Sakurai, sampling stations transfer of DMQ, transfer Station Santa Rosa (ET1) of Zambiza (ET2) transfer station, for which values for processes Steaming 105 ° C is set with a stay with a 24-hour stay waste, and, for calcination, similar to a burning process of 650 ° C for 4 hours in the flask, of the previously dried residue.

The values obtained for weight reduction rates were above 80%, in addition, there was great variability of moisture, depending on the category analyzed from 1.61% for disposable tableware up to 84% for organic matter.

Keywords:

Urban Solid Waste Incineration, leachate, Thermal Exchange.

CAPITULO I INTRODUCCION

1. INTRODUCCION

La población del Ecuador según el Censo de Población y Vivienda del año 2010 era de 14.483.499 millones de habitantes, registrándose que un 77% de los hogares elimina la basura a través de carros recolectores y el restante 23% la elimina de diversas formas, así por ejemplo la eliminación de residuos que tienen como destino final terrenos baldíos o quebradas, a través de la quema, entierro, o por el depósito en ríos acequias y canales, etc. Actualmente la generación de residuos en el país es de 4,06 millones de toneladas métricas al año y una generación per cápita de 0,74 kg. Se estima que para el año 2017 el país generará 5,4 millones de toneladas métricas anuales, por lo que se requiere de un manejo integral planificado de los residuos (MAE, 2014).

Según EMGIRS-EP los residuos sólidos urbanos generados en el Distrito Metropolitano de Quito, son trasladados a las estaciones de transferencia ubicadas al norte y al sur de la ciudad, estos puntos ayudan a transferir los RSU a vehículos más grandes para posteriormente ser trasladados al Relleno Sanitario de “El Inga”. Los residuos sólidos que llegan a las estaciones de transferencia no son aprovechados eficientemente: únicamente en la Estación de Transferencia Norte se recupera alrededor de 1,3 % del total de residuos receptados por día.

Por ello se ha planificado instalar una banda de separación de residuos , que permitirá aumentar el porcentaje de aprovechamiento de residuos hasta un 4% en la fase inicial de operación, en los próximos 10 años se espera alcanzar un 10%, adicionalmente con la implementación de la banda de separación se logrará disminuir la cantidad de residuos sólidos que llegan al relleno sanitario, al igual que el impacto ambiental generado por su operación (EMGIRS, 2014).

Esta investigación se presenta como uno de los componentes del proyecto “Valoración físico-química de los residuos sólidos urbanos del Distrito Metropolitano de Quito con fines de aprovechamiento energético y reducción de gases de efecto invernadero” desarrollado por la Universidad Internacional SEK bajo la tutoría de la Ing. Katty Coral. El proyecto consta, además, de estudios complementarios para establecer el objetivo final.

Por tanto, el presente estudio se enfocó en cuantificar dos principales características físico-químicas de dichos residuos, que son el porcentaje de cenizas, material remanente después de un tratamiento térmico, y el porcentaje de humedad, información primordial como parámetro al momento de elegir un sistema integral óptimo para el tratamiento de los RSU, planteando, como una de las posibilidades, los distintos sistemas térmicos como son la incineración, pirólisis o gasificación.

1.1. El problema de investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

El mal manejo de los residuos sólidos urbanos actualmente constituye un problema de nivel nacional en el que los servicios básicos de aseo urbano en el país no han logrado cubrir las necesidades de forma satisfactorias.

La Empresa Pública de Metropolitana de Aseo (2010) sostiene que según el Análisis sectorial de Residuos Sólidos Ecuador, realizado por la Organización Panamericana de la Salud, la falta de infraestructura y la carencia de servicios eficientes para el manejo de residuos son el motivo fundamental de que se registren coberturas sumamente deficientes en cuanto a su recolección y disposición final.

A lo anterior está ligada la falta de compromiso e intervención de la comunidad, así como procesos de adopción de procesos de separación de residuos en la fuente (hogares, escuelas, hospitales, industrias, etc.), que se deberían implementar con el fin de obtener un mejor aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos del DMQ.

1.1.1.1. Diagnóstico

La falta de conocimiento y educación por parte de los ciudadanos, así como el desconocimiento del tipo de gestión de desechos que se inicia con la separación de los mismo desde su fuente generadora, además los Residuos Sólidos Urbanos del DMQ, tanto en la estación de Transferencia de Zambiza y Santa Rosa no poseen un sistema de recolección sin una diferenciación que permita recuperar las fracciones potencialmente valorizables para su posible aprovechamiento.

1.1.1.2. Pronóstico

Se espera dar un aprovechamiento a los residuos sólidos urbanos y que estos ya no se consideren solo como desperdicios sino como fuente generadora de empleo y energía.

A partir de los estudios realizados dentro del presente proyecto se tiene como expectativa definir un mejoramiento en el sistema de gestión de los RSU se pueda determinar diferentes formas de recuperación energética.

1.1.1.3. Control de pronóstico

La obtención de datos de porcentaje de humedad y cenizas de los residuos sólidos urbanos por medio de la realización de toma de muestras aleatorias en las estaciones de transferencia las cuales servirán para determinar diferentes aplicaciones de tratamientos térmicos en los residuos.

1.1.2. Formulación del problema

¿Los datos obtenidos en cuanto al porcentaje de humedad y cenizas permitirán analizar la factibilidad de una posible incineración y aprovechamiento energético?

1.1.3. Sistematización del problema

¿Es necesaria la realización de una clasificación en la fuente de los residuos sólidos urbanos para que sea factible procesos de aprovechamiento energético a partir de la incineración?

¿De acuerdo a la metodología aplicada es posible obtener datos de porcentajes de humedad y cenizas?

¿Es posible comparar los resultados con respecto al porcentaje de cenizas y humedad tanto en la estación de transferencia de Zámboza y en la estación de transferencia de Santa Rosa?

1.1.4. Objetivos generales

1.1.4.1. Aportar con la cuantificación de dos parámetros fisicoquímicos de los Residuos Sólidos Urbanos (Residuos Sólidos) del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), el porcentaje de humedad y el porcentaje de cenizas.

1.1.5. Objetivos específicos

1.1.5.1.1. Realizar una clasificación en la fuente de los residuos sólidos urbanos.

1.1.5.1.2. Validar el proceso de clasificación de muestras así como los procedimientos aplicados para la obtención de datos de porcentaje de humedad y cenizas

1.1.5.1.3. Comparar los resultados obtenidos con respecto al porcentaje de cenizas y humedad entre la estación de Transferencia de Santa Rosa y Zámboza

1.1.6. Justificaciones

La metodología ha sido empleada en la Universidad Internacional SEK desde el año 2012, fue realizada por David Dueñas, la investigación técnica y científica, validará el proceso de clasificación de muestras de papel y cartón, textiles, materia orgánica, vajillas desechables, plástico, tetrabrik y la mezcla de residuos de papel, textil y materia orgánica, así como los procedimiento aplicados para la obtención de datos de porcentaje de cenizas y humedad.

1.2. MARCO TEÓRICO

1.2.1. Estado actual de los sistemas de gestión de RSU

Actualmente los residuos sólidos urbanos generados en el Distrito Metropolitano de Quito, son trasladados a las estaciones de transferencia ubicadas al norte y al sur de la ciudad, estos puntos ayudan a transferir los RSU a vehículos más grandes para posteriormente ser trasladados al Relleno Sanitario “El Inga”. Los residuos sólidos que llegan a las estaciones de transferencia no son aprovechados eficientemente, únicamente en la Estación de Transferencia Norte se recupera alrededor de 1,3 % del total de residuos receptados por día (EMGIRS, 2014)

En el año 2012 se realizó el trabajo de fin de carrera por parte de María José Castillo que consistió en la elaboración de un protocolo de muestreo y determinación de la densidad correspondiente a las estaciones de transferencia de Zámbriza y Santa Rosa, en el cual se presentó que el porcentaje de materia orgánica representaba más del 50% de residuos sólidos urbanos generados, seguido por el plástico con el 15%, papel y cartón con el 12%. En referencia a la densidad, la materia orgánica nuevamente representa la categoría con mayor densidad con ciento noventa y nueve kilogramos por metro cúbico, seguida por el vidrio con ciento sesenta y seis kilogramos por metro cúbico, los pañales y toallas higiénicas con ciento cuarenta kilogramos por metro cúbico, datos que van a ser aplicados en la presente investigación con el fin de estimar una ponderación teniendo como base un día de generación.

Además la presente investigación utilizó el método anteriormente usado para la determinación del porcentaje de cenizas y humedad contenidos en los residuos sólidos urbanos del DMQ, tomando como referencia el proyecto de fin de carrera realizado por David Dueñas con respecto a los sistemas de gestión de Residuos Sólidos Urbanos del DMQ.

1.2.2. Adopción de una perspectiva teórica

Debido a que los sistemas de gestión de Residuos Sólidos Urbanos, el DMQ no poseen un verdadero tratamiento, ya que predomina un sistema de recolección sin una diferenciación que permita recuperar las fracciones potencialmente valorizables, se

procedió a desarrollar una metodología en la que se pueda determinar el porcentaje de humedad gravimétrica e incineración contenido en los residuos sólidos urbanos del DMQ.

1.2.3. Marco conceptual

1.2.3.1. Residuo

Coral (2011), señala: "El concepto de residuo es un concepto que puede resultar subjetivo, ya que lo que para unos es un residuo, para otros puede ser materia prima, por esta razón es necesario ser cuidadoso al calificar como residuo a un producto o material". O.C.D.E (1990) citado por Rojas "s.f", denomina residuo a aquellas materias generadas en las actividades de producción y consumo que no han alcanzado ningún valor económico en el contexto en que son producidas, o sea, aquello que su propietario desecha por no serle útil, comprendiendo, en el ámbito de la utilidad, una posible cesión rentable del producto.

1.2.3.2. Residuos Sólidos Urbanos

Coral (2011), define a los residuos sólidos urbanos como los residuos generados por actividades domésticas, de comercios, oficinas y servicios, así como otros residuos que, por su naturaleza o descomposición, puedan asimilarse a los residuos domésticos, también son considerados en esta clase los residuos provenientes de la limpieza de vías públicas, zona verdes, áreas recreativas, playas, animales domésticos muertos, muebles, enseres, vehículos abandonados, residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria.

1.2.3.3. Tratamiento térmico de residuos

Según Castells (2012), define al tratamiento térmico como la tecnología consistente en someter los residuos a la acción del calor.

Del Valle Manuel (2011), citado por Dueñas (2012), define a este tratamiento como las operaciones de valorización o eliminación, incluida la preparación anterior a dicha eliminación o valorización que sufre un residuo.

1.2.3.4. Sistemas de Tratamiento Térmico

1.2.3.4.1. Incineración de residuos

El proceso de incineración de residuos consiste en someter todos los materiales sólidos y líquidos, sean residuales o no, a un régimen de temperaturas medias, por efecto de las reacciones exotérmicas de los propios residuos y, si es preciso, de combustible aportado, en presencia de exceso de oxígeno suficiente para que casi el 99,99% de la fracción orgánica presente pase a la forma gaseosa, los compuestos oxidables a esa temperatura se hayan combinado con el oxígeno, y la fracción inorgánica se haya reducido a escorias (vidrios, piedras, metales) y cenizas Coral (2011).

La primera función de la incineración consiste en transformar, por medio de una reacción química de oxidación lo más completa posible, a la temperatura, los desechos heterogéneos en unos residuos lo más inerte posibles, generando la mínima polución posible (Castells, 2012).

1.2.3.4.2. Pirólisis

La pirólisis es la descomposición térmica de la materia orgánica, como la presente en los residuos, en ausencia de oxígeno. Si el proceso es auto térmico se introduce una cantidad de oxígeno con el fin de producir una combustión parcial que aporte calor al proceso. Los compuestos basados en carbono contenidos en el residuos se descomponen dando gases, hidrocarburos condensables y un residuo carbonoso (Castells & Velo, 2012).

1.2.3.4.3. Gasificación

La gasificación es un proceso en el que se convierte, mediante oxidación parcial a temperatura elevada, una materia prima (generalmente sólida) en un gas con un moderado poder calorífico. Normalmente, se trabaja con un 25-30% del oxígeno necesario para la oxidación completa. En la gasificación, la energía química contenida en el sólido se convierte en energía química contenida en un gas. El cual se puede utilizar como materia prima de procesos químicos. Las cenizas pueden considerarse un residuo o bien valorizarse, usándolas como material fertilizante, de construcción, etc. La gasificación es una técnica energéticamente eficaz para reducir el volumen de los

residuos sólidos y recuperar su energía, convirtiéndose en una de las vías más adecuadas a medio y largo plazo para la obtención de energía en el marco del desarrollo sostenible (Castells & Velo, 2012, pág.414)

1.2.3.4.4. Fines de la Incineración

La viabilidad del proceso de incineración, depende cien por ciento de las propiedades químicas de residuos a ser incinerados bajo condiciones controladas con el fin de oxidar el carbono y el hidrogeno presente en los mismos, en primera instancia una de las ventajas de la aplicación del proceso de incineración es la reducción de un 80 a 95% el volumen y masa del material a ser dispuestos en los rellenos, además de que se puede recuperar la energía para generar vapor y/o electricidad (Cantanhede.s.f.).

Según Garrigues (2003), en el Manual para la Gestión de los Residuos Urbanos, existen tres tipos de residuo que se podrían utilizar en este proceso:

En primera instancia, se plantea el uso del residuo en bruto, que son los residuos que se recogen en masa sin separación de la fracción orgánica del resto. Basado en la realidad del DMQ, esta sería la opción a aplicarse, debido principalmente a la falta de separación en la fuente y falta de procesos de reciclaje efectivos. Sin embargo, esta opción no es la más recomendable teniendo en cuenta la jerarquía para el tratamiento de los RSU y las afectaciones ambientales que la incineración podría producir frente a otras alternativas como el reciclaje o compostaje.

Como segunda opción, se plantea el uso de los residuos derivados de rechazo, que son residuos que han sido clasificados en las estaciones de transferencia, separando los componentes reciclables por un lado y, por otro, la fracción orgánica, para fines tales como el compostaje.

Finalmente, la opción más recomendable, pero no aplicable debido a las condiciones en las que los residuos del DMQ llegan a las estaciones de transferencia de Santa Rosa y Zámbriza, sería el envío de restos no orgánicos separados en la fuente previo a su recolección a una planta incineradora. Si bien el tratamiento térmico de incineración sería la opción más recomendable y práctica, la falta de concientización y educación por parte de la sociedad impiden aplicarla ya que no existe una adecuada separación que se realice de manera eficiente en los domicilios del Distrito.

Bonato F. (2000), citado por Dueñas (2012) afirma la importancia de conocer los porcentajes de humedad y de cenizas para definir un método de tratamiento. En efecto, se indica que los tratamientos térmicos se utilizan para residuos con las siguientes características:

Contenido de compuestos inorgánicos: < 15 % (cenizas)

Contenido de agua: < 65 %

Contenido de compuestos orgánicos > 30 % (poder calórico)

Una vez definidos estos criterios para la elección de los residuos a tratar, se definen las dos principales finalidades de los tratamientos térmicos. Por un lado, se pretende una minimización del volumen y peso a disponer en vertederos, ya que al momento de incinerar las cenizas resultantes son ínfimamente menores en cuanto a peso y volumen.

Por otra parte, para complementar el proceso, como indica Garrigues (2003), se debe asegurar un proceso de recuperación energética a través del aprovechamiento del calor generado por la combustión de los RSU. Este sistema consta de varias etapas que permiten usar la presión de vapor para el movimiento de turbinas, que a su vez generan energía eléctrica, que puede ser suministrada al tendido eléctrico nacional.

1.2.3.5. Cenizas en RSU

Las cenizas o escorias resultantes de la incineración de Residuos urbanos se definen como la fracción que se deposita en la caldera después de un proceso de tratamiento térmico, siendo estas partículas en su gran mayoría inferiores a un cm de diámetro, formadas por los materiales combustibles y/o inertes de los residuos sólidos urbanos que salen de la cámara de combustión después del proceso de incineración. Suponen el 85 a 95% en peso de los residuos totales del proceso de incineración Setra-Cstr (1997).

Se considera dos tipos de cenizas en los procesos de incineración que son:

Cenizas de caldera (boiler ash), la fracción que se deposita en la caldera.

Cenizas volantes (fly ash), la fracción que se separa (Vandecasteele C., 1998).

En este aspecto, la presente investigación busca cuantificar el porcentaje de cenizas de caldera, llamado únicamente porcentaje de cenizas, y no las cenizas volantes.

1.2.3.6. Humedad en RSU

Según Coral K. (2011), la humedad se define como el contenido de agua que posee un residuo. Los residuos sólidos urbanos contienen un porcentaje considerable de agua, que varía según la composición de los residuos, además de la ubicación geográfica y época del año.

CAPITULO II METODO

2. METODO

2.1. Nivel de estudio

El nivel de estudio es de tipo exploratorio debido a que la investigación es en campo. Se tomaron un total de 82 muestras correspondientes a 41 y 41 para Zámboza y Santa Rosa respectivamente.

2.2. Modalidad de investigación

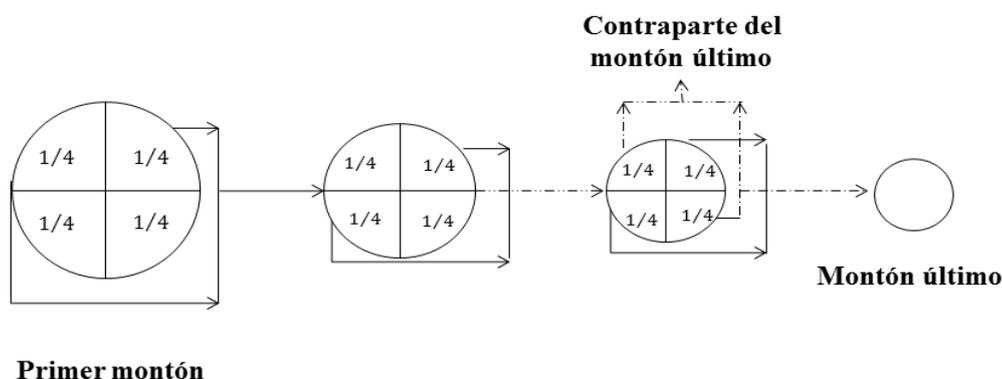
La modalidad de investigación fue de campo debido a la toma de muestras mencionadas anteriormente. Adicionalmente fue un proyecto de desarrollo, debido a que se validó una metodología para la determinación del porcentaje de cenizas y humedad contenido en los RSU.

2.3. Método

2.3.1. Obtención de muestras

La toma de muestras para los análisis, se la realizó siguiendo la metodología establecida en la Guía HDT 17 “METODO SENCILLO DEL ANALISIS DE RESIDUOS SÓLIDOS” del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) y desarrollada por el Dr. Kunitoshi Sakurai, por lo que se toman al azar fundas de basura, previo a la separación realizada por los minadores (para ET2), hasta alcanzar un total de 50 kg de residuos en las estaciones de transferencia ET1 y ET2, se realiza un cuarteo del cual se toman dos cuartos opuestos de la muestra y se repite el proceso en dos ocasiones más, como se muestra en el siguiente gráfico:

Gráfico No. 1. Método de cuarteo de muestras



Realizado por: CEPIS, 2010.

Finalmente, se obtiene una muestra de aproximadamente 6 kg que se separa en categorías definidas por el grupo de investigación y que son: Papel y Cartón;; Metal; Textil; Materia Orgánica; Plástico; Vajilla Desechable; Tetrabrick y Otros. Estas categorías son pesadas *in situ* y se las lleva a laboratorio para su análisis. Como requisito de seguridad para el muestreo, se utilizó el equipo de protección personal (EEP) oportuno que consistía en:

- Casco
- Mascarilla de filtro de carbono
- Gafas de seguridad
- Chaleco reflectivo
- Enterizo de caucho
- Botas de caucho con punta de acero
- Guantes irrompibles.

Equipos para muestreo:

- Palas para el mezclado y separación en cuartos
- Fundas plásticas para la recolección de las categorías
- Balanza digital de $45\text{kg} \pm 10\text{g}$
- Balde de 20 L para densidad
- Cuaderno de campo para anotaciones de pesos

2.3.2. Preservación y transporte

Una vez obtenidas las muestras en las estaciones de transferencia, se las colocó en contenedores frigo aislantes de calor para su transporte. A estos contenedores, se les agregó cierta cantidad de hielo para así mantener una temperatura cercana a los 8 °C para garantizar la integridad de los RSU hasta llegar al laboratorio, donde se dispuso las muestras en un frigorífico adaptado a la misma temperatura. De esta manera, se evita pérdidas de humedad por evaporación o reacciones aceleradas de descomposición.

2.3.3. Preparación de la muestra

Una vez obtenidas las muestras, se procede en laboratorio a la homogenización de las mismas. Para lo cual se procedió a picar las muestras de cada categoría en pedazos no mayores a 1 cm, mezclando todos los componentes dentro de cada categoría para obtener una fracción representativa de todas y cada una de ellas.

Las categorías de materia orgánica y no orgánica se proceden a picar manualmente con tijeras.

2.3.4. Determinación del porcentaje de humedad (%H)

El procedimiento para la determinación del porcentaje de humedad fue adaptado por David Dueñas (2012) del Procedimiento de Técnicas para Análisis Químico de Suelos, del Laboratorio de Suelos y Agua de Sáenz Peña, Chaco, Argentina (2005).

La muestra respectiva se introduce en crisoles de 50 mL para las categorías de papel y cartón, textil y orgánico, y en las cápsulas de porcelana de 150 mL para las demás categorías.

Los crisoles y cápsulas, una vez aforados y tarados en una balanza analítica, fueron colocados en una estufa a 105 °C durante 24 horas, según la descripción del procedimiento mencionado.

El cálculo del porcentaje en peso de humedad se le realizó de la siguiente manera:

$$\%H = \frac{A - B}{A - C} * 100$$

Fórmula 2.

Fuente: Estación Experimental Agropecuario Sáenz Peña-Chaco, 2005.

Siendo:

A: Peso del crisol con la muestra húmeda (g).

B: Peso del crisol con la muestra seca (g).

C: Peso del crisol vacío y seco (g).

2.3.5. Determinación del porcentaje de cenizas (%C)

A partir de la recopilación de información bibliográfica adaptada por diferentes metodologías planteadas a lo largo de la elaboración del trabajo de fin de carrera de David Dueñas y validando la metodología de los Fundamentos de Química de la Universidad de Cantabria que indica que la determinación consistirá en una calcinación entre 600 y 650°C y se trabajará con el material procedente de la determinación de la humedad (exento de agua), se usó las muestras ya secas después de su estancia de 24 horas en la estufa.

Debido a la inexistencia de una norma ecuatoriana que valide el cálculo del porcentaje de cenizas se usó la norma Peruana NTE 0.544 (2006), para el cálculo del porcentaje de cenizas siendo esta:

$$\%C = \frac{CC - W}{CS - W} * 100$$

Fórmula 3.

Fuente: Norma Peruana NTE 0.544

Dónde:

CC = Peso del crisol más la ceniza (g).

W = Peso del crisol vacío (g).

CS= Peso del crisol con la muestra seca (g).

De esta manera, la metodología utilizada para la calcinación es la siguiente:

- Pesar los crisoles y cápsulas de porcelana, vacías y secas.
- Preparar las muestras en crisoles de 50 mL o 150 mL
- Pesar los crisoles aforados con la muestra
- Secar la muestra a 105 °C en la estufa durante 24 horas
- Pesar las muestras en sus respectivos crisoles después del proceso de secado
- Tomar las muestras secas de las categorías de Papel y Cartón; Textil y Orgánico y colocarlas en las muflas
- Colocar la temperatura a 650 °C y el tiempo de calcinación de 4 horas una vez alcanzada esta temperatura
- Dejar enfriar los crisoles en la misma mufla
- Sacar los crisoles y pesar nuevamente

Calcular el porcentaje en peso de las cenizas contenidas en los residuos.

2.4. Cálculos adicionales

A lo largo de la elaboración de anteriores proyectos de investigación se desarrolló los cálculos obtenidos de cenizas y humedad como herramientas de gran importancia para la continuación de la presente investigación.

Así, se decidió calcular cuatro aspectos de los RSU que son los siguientes.

2.4.1. Reducción en peso de los residuos después de la calcinación tanto en base seca como en base húmeda

Se procedió al cálculo de diferencia de pesos antes y después de la calcinación, relacionándolos y calculando el porcentaje de la siguiente manera:

2.4.1.1. Reducción de peso en base seca:

$$Rs = 1 - \frac{CC - C}{CS - C} * 100$$

Fórmula 4.

Realizado por: David Dueñas, 2012.

Donde:

CC= Peso crisol con muestra calcinada (g).

CS= Peso crisol con muestra seca (g).

C= Peso crisol vacío y seco (g).

2.4.1.2. Reducción de peso en base humedad:

$$Rh = 1 - \frac{CC - C}{CH - C} * 100$$

Fórmula 5.

Realizado por: David Dueñas, 2012.

Donde:

CC= Peso crisol con muestra calcinada (g).

CH= Peso crisol con muestra húmeda (g).

C= Peso crisol vacío y seco (g).

2.4.2. Ponderación a escala real de la disminución de peso y volumen

Para este cálculo, se utilizó la tabla propuesta por María José Castillo para densidades promedio RSU del Distrito Metropolitano de Quito que es la siguiente:

Tabla No. 1. Densidad Promedio RSU del Distrito Metropolitano de Quito (kg/m³)

ESTACIÓN	PAPEL Y CARTÓN (kg/m ³)	TEXTILES (kg/m ³)	PLÁSTICO (kg/m ³)	M.O (kg/m ³)	VAJILLA DESECHABLE (kg/m ³)	TETRABRICK (kg/m ³)	OTROS (kg/m ³)	DENSIDAD (kg/m ³)
ZAMBIZA	67.54	139,92	42,91	206.20	14.85	25.75	34.47	157.96
SANTA ROSA	52.27	131.89	44.92	142.92	17.23	24.45	32.06	155.59
PROMEDIO DMQ	60.07	136.01	43.90	140.64	15.96	25.14	33.29	156.80

Fuente: María José Castillo, 2012

A continuación, se realizó la ponderación para cada estación del volumen de residuos que se reciben, utilizando los datos de generación de los RSU y la composición porcentual de cada categoría. Estos datos se obtuvieron de Ecco- DMQ y son:

- Generación ET1: 600 T/día
- Generación ET2: 900 T/día

Tabla No. 2. Composición de RSU Distrito Metropolitano de Quito (%)

ESTACIÓN	PAPEL Y CARTÓN (kg/m ³)	TEXTILES (kg/m ³)	PLÁSTICO (kg/m ³)	M.O (kg/m ³)	VAJILLA DESECHABLE (kg/m ³)	TETRABRICK (kg/m ³)	OTROS (kg/m ³)
ZAMBIZA	11.814	6.031	15.393	53.864	2.267	0.529	2.267
SANTA ROSA	12.208	6.886	15.650	52.543	2.886	1.363	2.886
PROMEDIO DMQ	12.012	6.460	15.522	53.202	2.577	0.947	2.577

Fuente: María José Castillo, 2012

De acuerdo a la investigación presentada por David Dueñas se determinó la ponderación de tal manera que multiplicando el peso total de los RSU por su porcentaje de generación y por su densidad, se obtuvo un volumen aproximado a depositarse según cada categoría. Esta ponderación se la realizó con las categorías calcinadas, es decir Papel y Cartón, Textil y Orgánico.

Finalmente, se multiplicó por el porcentaje de reducción de volumen, obteniendo datos más reales y visibles en cuanto a las cantidades de ahorro en el volumen a depositarse con y sin un tratamiento térmico.

2.4.3. Tratamiento estadístico

Una vez obtenidos la totalidad de los resultados, se procedió a presentarlos como promedios siguiendo la fórmula siguiente:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

Fórmula 6.

Fuente: Sergio Castillo (2011).

Donde:

\bar{X} = Promedio

X_i = Valores obtenidos.

n = Número de datos

A su vez, se calculó la desviación estándar de los promedios, con la finalidad de estimar la variabilidad de los datos, usando la siguiente fórmula:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{X} - X_i)^2}{n - 1}}$$

Fórmula 7.

Fuente: Sergio Castillo (2011).

Donde:

\bar{X} = Promedio

X_i = Valores obtenidos

n = Número de datos

2.5. Población y muestra

Población: RSU orgánicos del DMQ

Muestra: se tomaron muestras aleatorias de 50 kg.

2.6. Selección de instrumentación de investigación

Se realizó un muestreo aleatorio tanto en la estación de transferencia ET1 y ET2

Experimentación. Se utilizó el laboratorio de Química y Microbiología de la Facultad de Ciencias Ambientales de la UISEK

2.7. Validez y confiabilidad de instrumento

La cantidad de muestras tomadas para el presente estudio fue de 82 muestras correspondientes a 41 y 41 para Zámbriza y Santa Rosa respectivamente, de acuerdo a los cálculos proporcionados en las tablas que se expondrá a continuación se pudo determinar la validez del proceso de muestreo y la confiabilidad con respecto a los instrumentos utilizados para la presente.

2.8. Procesamiento de datos

Los datos obtenidos se procesaron utilizando el programa Excel de Microsoft Office. De igual manera se tuvo respaldos electrónicos e impresos de los mismos.

CAPITULO III RESULTADOS

3. RESULTADOS

3.1. Levantamiento de datos

El levantamiento de datos se realizó a partir de muestreos aleatorios en las diferentes estaciones de transferencia del DMQ con el fin de obtener datos por separado de cada estación.

3.2. Muestreo

Se realizaron 82 muestreos en las estaciones de transferencia, 41 para la ET1 (Santa Rosa), y 41 para la ET2 (Zámbiza)

3.3. Procedimiento para la determinación del porcentaje de humedad y cenizas

3.3.1. Preparación de la muestra

Una vez obtenida la muestra, a partir de la aplicación de la metodología de cuarteo, se procede a preparar a la misma de la siguiente manera:

Para todas las categorías se procede a homogenizar por cada categoría y cortar con tijeras en pedazos de tamaño máximo 1cm.

3.3.1.1. Cuantificación del porcentaje de Humedad

Una vez homogenizadas las muestras, se procede de la siguiente manera:

- Se asigna un número a cada crisol o cápsula de porcelana a ser utilizado.
- Se procede a pesar cada crisol y cápsula (en g) en la balanza analítica, seca y vacía. Se anota este peso con cifras significativas en peso del crisol.
- A continuación, se procede a aforar ya sea el crisol (para las categorías a ser calcinadas) o la cápsula de porcelana (para las categorías que no van a ser calcinadas) con la muestra húmeda y se anota el valor con cifras significativas en Peso Crisol + Muestra Húmedo en gramos.
- Se introduce los crisoles en la estufa automática.
- Se programa la temperatura a 105°C y en tiempo de secado a 24 horas.
- Pasadas las 24 horas, se debe esperar 10 minutos antes de abrir la estufa. Pasado este lapso, retirar cada crisol y cápsula de porcelana con las pinzas de crisol y

pesarlos de nuevo. Anotar el valor con 4 cifras significativas en Peso Crisol + Muestra Seco.

- En la siguiente Tabla 4., se presentan los datos y se realiza como ejemplo el cálculo del porcentaje de humedad para la categoría de Papel y Cartón, como se indica a continuación y utilizando la Fórmula 2 como se demuestra a continuación:

Tabla No. 3. Ejemplo de reporte de datos de laboratorio¹

Zámbiza (ET2)						
Muestra	Tipo de Residuo	Peso del Crisol (g)	Peso Crisol + Muestra Húmedo (g)	Peso Crisol + Muestra Seco (g)	Peso Crisol + Muestra Calcinado (g)	Humedad
ZB 01-04	Papel y Cartón	36,5428	59,2461	55,2481		$= (E4 - F4) / (E4 - D4)$
	Textiles	41,6545	46,2587	45,6152	41,8756	13,98%
	Orgánico	35,5452	65,2456	43,2456	37,2547	74,07%
	Plástico	95,6521	105,2545	104,5384	-	7,46%
	V. Desechable	93,2542	97,1546	96,7515	-	10,34%
	Tetrabrick	-	-	-	-	-
	Otros	-	-	-	-	-

Realizado por: Natalia Tobar

$$\%H = \frac{A - B}{A - C} * 100$$

Fórmula 2.

Fuente: Estación Experimental Agropecuario Sáenz Peña-Chaco, 2005.

Donde:

A: Peso Crisol + Muestra Húmedo (g).

B: Peso Crisol + Muestra Seco (g).

C: Peso del Crisol (g).

¹ En la presente tabla los datos correspondientes a la recolección de Tetrabrick y otros residuos no se efectuó debido a que en el proceso de toma de muestras con la metodología de cuarteo aplicada los materiales nombrados no se encontraron.

Ejemplo:

$$\%H = \frac{59,2461 - 55,2481}{59,2461 - 36,5428} * 100$$

$$\%H = 17,61\%$$

3.3.1.2. Cuantificación del porcentaje de Cenizas

Con las muestras extraídas de la estufa, es decir después del proceso de secado de 24 horas, se realizó los siguientes pasos:

Los crisoles que contienen las categorías correspondientes a papel y cartón, textiles y materia orgánica, deben ser introducidos en la mufla después de haber cumplido con el procedimiento de secado, durante un periodo de 4 horas a una temperatura de 650 °C.

Una vez finalizadas las 4 horas, esperar un mínimo de 45 minutos antes de sacar los crisoles con las pinzas de crisol.

Pesar y anotar el peso, en gramos, con 4 cifras significativas, en Peso Crisol + Muestra Calcinado.

Siguiendo los datos de la Tabla 4., se realiza como ejemplo el cálculo del porcentaje de humedad para la categoría de Papel y Cartón, como se indica a continuación y utilizando la Fórmula 3:

$$\%C = \frac{CC - W}{CS - W} * 100$$

Fórmula 3.

Fuente: Norma Peruana NTE 0.544

Donde:

CC = en Peso Crisol + Muestra Calcinado (g).

W = Peso del Crisol (g).

CS= Peso Crisol + Muestra **Seco** (g).

Ejemplo:

$$\%C = \frac{37,5125 - 36,5428}{55,2481 - 36,5428} * 100$$

$$\%C = 5,18\%$$

3.4. Datos primarios

Los datos primarios son el producto de las mediciones en laboratorio, debido a su extensión, las tablas se presentan como anexos. Siendo así el ANEXO 1. DATOS PRIMARIOS PARA LAS MUESTRAS DE ET1 y el ANEXO 2. DATOS PRIMARIOS PARA LAS MUESTRAS DE ET2.

3.4.1. Cálculos primarios de humedad y de cenizas

Para cada muestra y para cada estación, se procedió a realizar un cálculo del porcentaje de humedad, para la totalidad de las categorías, y los cálculos de porcentaje de cenizas en base seca, porcentaje de reducción de peso en base seca, porcentaje de reducción de peso en base húmeda para las categorías calcinadas, es decir Papel y Cartón, Textil y Orgánico.

3.4.1.1. Cálculos primarios de humedad y cenizas de la Estación de Transferencia Santa Rosa ET1

Tabla No. 4. Datos primarios de Porcentaje de Cenizas

Todas las tablas del presente capítulo fueron realizadas por Natalia Tobar.

Los campos marcados con “-” significan que no existió en la muestra recogida la categoría asignada.

Porcentaje de Cenizas SANTA ROSA (ET1)										
Mes	Fecha muestra	Papel y Cartón			Textil			Materia Orgánica		
		% Cenizas en base seca	% Reducción en Peso en base seca	% Reducción en Peso en base húmeda	% Cenizas en base seca	% Reducción en Peso en base seca	% Reducción en Peso en base húmeda	% Cenizas en base seca	% Reducción en Peso en base seca	% Reducción en Peso en base húmeda
Abril	5	11,00%	89,00%	91,54%	-	-	-	7,64%	92,36%	97,65%
	7	17,45%	82,55%	85,31%	-	-	-	17,64%	82,36%	95,70%
	12	17,98%	82,02%	86,19%	6,41%	93,59%	93,90%	14,87%	85,13%	97,39%
	13	6,25%	93,75%	95,26%	1,41%	98,59%	98,68%	8,60%	91,40%	97,84%
	17	3,97%	96,03%	97,12%	0,19%	99,81%	99,85%	10,58%	89,42%	96,17%
	21	6,80%	93,20%	93,65%	-	-	-	3,26%	96,74%	98,89%
	26	82,23%	17,77%	35,02%	-	-	-	18,05%	81,95%	94,11%
Mayo	1	10,34%	89,66%	93,97%	-	-	-	5,03%	94,97%	95,29%
	2	18,21%	81,79%	86,61%	9,56%	90,44%	94,05%	19,03%	80,97%	97,03%
	5	59,93%	40,07%	53,51%	4,17%	95,83%	96,66%	3,96%	96,04%	97,73%
	7	32,52%	67,48%	68,62%	-	-	-	46,16%	53,84%	95,93%
	9	2,10%	97,90%	98,26%	32,43%	67,57%	70,92%	12,65%	87,35%	97,22%
	11	27,88%	72,12%	80,47%	22,97%	77,03%	79,68%	39,52%	60,48%	84,64%
	23	29,95%	70,05%	80,49%	15,18%	84,82%	88,56%	24,66%	75,34%	93,99%
Junio	1	68,19%	31,81%	36,39%	17,24%	82,76%	83,64%	47,13%	52,87%	76,68%
	5	7,81%	92,19%	92,80%	14,15%	85,85%	89,47%	11,63%	88,37%	98,87%

6	19,86%	80,14%	83,24%	9,78%	90,22%	90,93%	52,56%	47,44%	77,13%
7	36,11%	63,89%	67,21%	-	-	-	44,43%	55,57%	84,79%
8	18,89%	81,11%	85,18%	6,75%	93,25%	96,03%	4,44%	95,56%	98,43%
9	36,89%	63,11%	65,80%	4,29%	95,71%	97,00%	28,78%	71,22%	93,06%
10	4,50%	95,50%	95,97%	25,49%	74,51%	77,88%	5,43%	94,57%	98,49%
11	30,02%	69,98%	75,39%	0,92%	99,08%	99,26%	28,05%	71,95%	90,45%
12	19,43%	80,57%	81,99%	1,11%	98,89%	98,98%	11,02%	88,98%	96,03%
13	11,86%	88,14%	90,33%	45,17%	54,83%	68,56%	7,94%	92,06%	99,39%
14	32,95%	67,05%	95,39%	3,14%	96,86%	97,81%	15,79%	84,21%	96,72%
15	0,26%	99,74%	99,76%	-	-	-	-3,32%	103,32%	100,94%
16	13,23%	86,77%	95,28%	51,86%	48,14%	75,07%	-	-	-
17	12,95%	87,05%	89,39%	69,03%	30,97%	41,26%	-	-	-
18	11,28%	88,72%	91,68%	16,42%	83,58%	92,67%	-	-	-
19	44,48%	55,52%	76,67%	-	-	-	20,61%	79,39%	94,09%
20	11,85%	88,15%	89,76%	-	-	-	-	-	-
21	11,00%	89,00%	89,66%	-	-	-	30,65%	69,35%	90,90%
22	26,47%	73,53%	79,20%	47,39%	52,61%	73,87%	29,10%	70,90%	96,09%
23	32,31%	67,69%	82,78%	-	-	-	25,80%	74,20%	88,02%
24	28,48%	71,52%	75,17%	-	-	-	-	-	-
25	8,20%	91,80%	92,72%	28,15%	71,85%	76,30%	83,29%	16,71%	51,23%
26	19,44%	80,56%	84,27%	-	-	-	80,70%	19,30%	49,79%
27	51,16%	48,84%	79,65%	57,87%	42,13%	70,29%	45,07%	54,93%	75,54%
28	35,89%	64,11%	73,72%	77,92%	22,08%	31,00%	49,50%	50,50%	86,81%
29	30,97%	69,03%	81,06%	-	-	-	48,14%	51,86%	80,82%
30	55,38%	44,62%	85,03%	11,89%	88,11%	92,40%	20,12%	79,88%	87,90%

Tabla No. 5. Datos primarios de Porcentaje de Humedad para ET1

Porcentaje de Humedad SANTA ROSA (ET1)								
Mes	Fecha muestra	Papel y Cartón	Textiles	Orgánico	Plástico	V. Desechable	Tetrabrick	Mezcla
Abril	1	23,09%	-	69,28%	14,12%	69,65%	22,90%	
	10	15,79%	-	75,62%	22,44%	-	47,83%	
	12	23,22%	4,72%	82,46%	85,07%	-	-	-
	14	24,09%	6,25%	74,87%	31,35%	13,24%	52,94%	-
	23	27,37%	22,36%	63,84%	24,92%	-	-	-
	25	6,69%	-	65,96%	11,35%	-	18,78%	-
	27	67,39%	29,76%	-				
Mayo	8	41,73%	-	6,28%	8,79%	-	19,93%	73,20%
	10	26,50%	37,79%	84,38%	15,66%	5,83%	20,30%	60,40%
	12	22,42%	19,94%	42,73%	62,33%	19,61%	-	66,50%
	21	3,51%	-	91,18%	59,84%	-	-	83,40%
	23	17,25%	10,33%	77,99%	45,73%	25,80%	-	22,80%
	25	29,97%	11,53%	61,12%	3,86%	4,33%	-	72,04%
	27	34,87%	24,61%	75,63%	27,05%	27,96%	-	80,35%
Junio	4	6,72%	5,09%	50,53%	3,40%	38,30%	4,25%	4932,00%
	5	7,77%	25,58%	90,31%	18,40%	1,03%	19,91%	59,88%
	6	15,61%	7,22%	56,48%	19,90%	8,00%		60,45%
	7	9,18%	-	65,78%	39,96%	-	18,77%	68,86%
	8	21,54%	41,30%	64,57%	23,19%	2,38%	4,72%	49,08%
	9	7,28%	30,13%	75,88%	10,76%	-	-	63,22%
	10	10,44%	13,21%	72,26%	7,35%	2,44%	20,23%	47,32%

	11	18,00%	19,39%	65,96%	15,15%	-	9,11%	68,75%
	12	7,29%	7,96%	63,98%	2,14%	13,70%	9,07%	73,05%
	13	18,44%	30,40%	92,33%	22,58%	30,50%	16,22%	78,71%
	14	86,00%	30,37%	79,25%	9,16%	-	-	76,46%
	15	10,00%	-	71,81%	10,00%	-	-	87,04%
	16	64,32%	51,92%	-	17,86%	-	-	45,02%
	17	18,10%	14,91%	-	-	3,45%	3,37%	56,33%
	18	26,25%	55,34%	-	7,65%	11,23%	14,31%	75,56%
	19	47,55%	-	71,30%	10,00%	11,30%	-	91,82%
	20	13,54%	-	-	28,49%	4,04%	11,44%	85,40%
	21	6,01%	-	70,31%	14,87%	-	-	81,27%
	22	21,44%	44,86%	86,56%	29,99%	10,38%	-	59,40%
	23	46,70%	-	53,55%	57,24%	49,74%	8,09%	54,15%
	24	12,85%	-	-	9,71%	29,29%	5,89%	65,80%
	25	11,29%	15,81%	41,44%	29,59%	28,82%	21,10%	30,29%
	26	19,04%	-	37,79%	45,13%	27,29%	-	80,26%
	27	60,22%	48,60%	45,72%	80,43%	20,13%	12,34%	50,28%
	28	26,78%	11,45%	73,35%	86,18%	59,22%	-	29,64%
	29	38,84%	-	60,17%	37,78%	20,53%	-	59,97%
	30	72,96%	36,06%	39,87%	13,49%	24,49%	13,77%	55,15%

* Nota: Los valores marcados con “-” significan que no existieron datos para la fecha y categoría .

3.4.1.2. Cálculos primarios de humedad y cenizas de la Estación de Transferencia Zábiza ET2

Tabla No. 6. Datos primarios de Porcentaje de Cenizas para ET2

		Porcentajes primarios Zábiza (ET2)								
		Papel y Cartón			Textil			Materia Orgánica		
Mes	Fecha muestra	% Cenizas en base seca	% Reducción en Peso en base seca	% Reducción en Peso en base húmeda	% Cenizas en base seca	% Reducción en Peso en base seca	% Reducción en Peso en base húmeda	% Cenizas en base seca	% Reducción en Peso en base seca	% Reducción en Peso en base húmeda
Abril	1	5,18%	94,82%	95,73%	5,58%	94,42%	95,20%	22,20%	77,80%	94,24%
	3	2,90%	97,10%	97,55%	1,44%	98,56%	98,67%	11,01%	88,99%	93,09%
	5	7,37%	92,63%	93,99%	2,91%	97,09%	97,51%	0,76%	99,24%	99,67%
	8	8,95%	91,05%	93,07%	51,31%	48,69%	49,33%	11,26%	88,74%	97,86%
	11	18,77%	81,23%	87,39%	6,80%	93,20%	93,68%	22,04%	77,96%	98,25%
	15	9,08%	90,92%	92,05%	-	-	-	4,08%	95,92%	97,80%
Mayo	5	15,54%	84,46%	88,93%	20,36%	79,64%	88,07%	58,47%	41,53%	93,61%
	7	9,30%	90,70%	93,92%	-	-	-	23,80%	76,20%	92,69%
	10	13,81%	86,19%	89,16%	7,12%	92,88%	93,15%	0,39%	99,61%	99,88%
	13	4,36%	95,64%	96,17%	-	-	-	19,72%	80,28%	96,88%
	16	13,59%	86,41%	89,07%	-	-	-	32,23%	67,77%	91,74%
	17	10,69%	89,31%	90,31%	8,83%	91,17%	91,84%	16,18%	83,83%	96,65%
	19	7,26%	92,74%	93,54%	4,31%	95,69%	95,74%	4,12%	95,88%	99,45%
Junio	1	5,61%	94,39%	96,05%	3,23%	96,77%	97,80%	9,86%	90,14%	97,83%
	5	12,88%	87,12%	89,87%	1,51%	98,49%	98,57%	2,35%	97,65%	97,95%

6	28,35%	71,65%	75,86%	4,85%	95,15%	97,17%	8,78%	91,22%	97,05%
7	3,21%	96,79%	97,26%	24,96%	75,04%	81,51%	21,81%	78,19%	97,23%
8	6,02%	93,98%	95,91%	0,65%	99,35%	99,37%	13,85%	86,15%	95,17%
9	40,80%	59,20%	62,68%	27,94%	72,06%	74,79%	20,70%	79,30%	92,80%
10	64,83%	35,17%	39,67%	3,40%	96,60%	96,63%	3,04%	96,96%	99,43%
11	22,77%	77,23%	87,91%	26,51%	73,49%	77,58%	-	-	-
12	6,17%	93,83%	94,18%	30,35%	69,65%	72,86%	4,13%	95,87%	98,85%
13	10,77%	89,23%	92,15%	5,68%	94,32%	95,05%	40,62%	59,38%	93,27%
14	7,59%	92,41%	93,02%	7,22%	92,78%	95,28%	70,04%	29,96%	65,51%
15	31,85%	68,15%	78,74%	1,52%	98,48%	98,54%	6,44%	93,56%	99,13%
16	43,24%	56,76%	66,21%	-	-	-	13,52%	86,48%	97,07%
17	18,69%	81,31%	82,91%	5,03%	94,97%	96,13%	8,32%	91,68%	98,75%
18	7,43%	92,57%	93,57%	2,99%	97,01%	97,26%	10,63%	89,37%	93,85%
19	10,35%	89,65%	90,94%	12,07%	87,93%	88,91%	8,16%	91,84%	97,37%
20	35,10%	64,90%	71,78%	6,72%	93,28%	94,03%	34,60%	65,40%	89,38%
21	12,70%	87,30%	88,74%	33,85%	66,15%	68,86%	15,85%	84,15%	97,88%
22	18,28%	81,72%	85,59%	-	-	-	26,86%	73,14%	92,06%
23	48,84%	51,16%	60,22%	43,33%	56,67%	63,99%	77,12%	22,88%	82,61%
24	9,37%	90,63%	95,91%	43,19%	56,81%	69,88%	32,93%	67,07%	80,91%
25	35,75%	64,25%	74,56%	1,41%	98,59%	98,71%	16,83%	83,17%	84,22%
26	41,85%	58,15%	64,80%	20,24%	79,76%	88,63%	17,68%	82,32%	97,82%
27	25,58%	74,42%	79,42%	20,21%	79,79%	83,01%	19,82%	80,18%	93,43%
28	69,64%	30,36%	35,28%	-	-	-	28,99%	71,01%	90,32%
29	2,96%	97,04%	97,78%	47,50%	52,50%	89,82%	23,35%	76,65%	88,43%
30	30,82%	69,18%	75,25%	-	-	-	29,52%	70,48%	92,02%

Tabla No. 7. Datos primarios de Porcentaje de Cenizas para ET2

Porcentaje de Humedad Zambiza ET2								
Mes	Fecha muestra	Papel y Cartón	Textiles	Orgánico	Plástico	V. Desechable	Tetrabrick	MEZCLA
Abril	1	17,61%	13,98%	74,07%	7,46%	10,34%	-	-
	3	15,58%	7,64%	37,23%	7,93%	-	10,81%	-
	5	18,45%	14,44%	56,90%	12,07%	20,00%	23,93%	-
	8	22,59%	1,25%	81,00%	3,81%	37,38%	-	-
	11	32,85%	7,11%	92,08%	14,17%	9,33%	-	-
	15	12,42%	-	46,03%	14,97%	13,03%	-	-
Mayo	5	28,78%	41,40%	89,08%	35,39%	-	-	-
	7	34,66%	-	69,27%	26,36%	10,52%	-	-
	10	21,51%	3,78%	70,02%	6,27%	20,83%	9,04%	-
	13	12,24%	-	84,19%	2,37%	6,10%	-	-
	16	19,57%	-	74,37%	29,40%	-	-	-
	17	9,41%	7,57%	79,29%	-	-	17,94%	57,20%
	19	11,01%	1,12%	86,56%	-	28,16%	9,28%	-
Junio	1	29,54%	31,91%	77,96%	19,61%	-	9,56%	22,44%
	5	21,36%	5,30%	12,71%	17,55%	19,75%	20,40%	90,95%
	6	14,83%	41,60%	66,37%	5,92%	30,08%	-	60,39%
	7	14,89%	-	87,30%	-	-	20,63%	56,05%
	8	32,02%	4,43%	65,16%	11,48%	13,93%	9,08%	59,16%
	9	8,51%	9,76%	65,22%	6,05%	-	-	-
	10	6,94%	0,88%	81,25%	3,26%	3,93%	-	70,17%
	11	46,89%	15,41%	-	12,01%	-	-	53,01%

	12	5,68%	10,58%	72,14%	-	36,53%	13,05%	43,50%
	13	27,11%	12,89%	83,42%	13,63%	7,01%	24,39%	68,44%
	14	8,05%	34,61%	50,76%	6,21%	8,82%	-	66,98%
	15	33,26%	4,08%	86,44%	-	1,17%	13,86%	55,51%
	16	21,85%	-	78,36%	-	11,10%	-	84,77%
	17	8,54%	23,04%	84,98%	1,78%	2,50%	16,42%	54,77%
	18	13,49%	8,57%	42,14%	0,73%	-	-	58,24%
	19	12,43%	8,06%	67,76%	-	-	-	71,91%
	20	19,58%	11,13%	69,31%	9,00%	-	23,15%	64,20%
	21	11,31%	7,99%	86,63%	5,79%	19,71%	-	69,04%
	22	21,19%	-	70,40%	-	-	-	77,90%
	23	18,54%	16,88%	77,46%	5,61%	39,10%	-	66,00%
	24	56,37%	30,27%	42,04%	99,47%	32,66%	9,90%	52,09%
	25	28,83%	8,43%	6,22%	1,12%	50,90%	-	68,90%
	26	15,88%	43,80%	87,66%	27,27%	22,37%	-	84,65%
	27	19,52%	15,90%	66,88%	24,04%	16,88%	17,26%	39,79%
	28	7,07%	-	66,61%	59,94%	7,14%	15,62%	53,72%
	29	24,92%	78,57%	50,46%	10,88%	21,67%	-	60,44%
	30	19,68%	-	72,98%	26,70%	-	-	40,01%

3.5. Resultados para ET1 Santa Rosa

Tabla No. 8. Promedios para Papel y Cartón ET1

		Promedios Papel y Cartón ET1			
		% Cenizas en base seca	% Reducción en Peso en base seca	% Reducción en Peso en base húmeda	% Humedad
Mensual	Abril	20,81%	79,19%	83,44%	26,81%
	Mayo	25,85%	74,15%	80,28%	25,18%
	Junio	25,18%	74,82%	82,80%	26,08%
Promedio Total		23,95%	76,05%	82,17%	26,02%
Desviación estándar (σ)		0,187	0,187	0,146	0,201

Realizado por: Natalia Tobar

Tabla No. 9. Promedios para Textil ET1

		Promedios Textil ET1			
		% Cenizas en base seca	% Reducción en Peso en base seca	% Reducción en Peso en base húmeda	% Humedad
Mensual	Abril	2,67%	97,33%	97,48%	15,77%
	Mayo	16,86%	83,14%	83,14%	20,84%
	Junio	28,04%	71,96%	80,69%	27,20%
Promedio Total		15,86%	84,14%	87,10%	19,72%
Desviación estándar (σ)		0,225	0,225	0,174	0,152

Realizado por: Natalia Tobar

Tabla No. 10. Promedios para Materia Orgánica ET1

		Promedios Orgánico ET1			
		% Cenizas en base seca	% Reducción en Peso en base seca	% Reducción en Peso en base húmeda	% Humedad
Mensual	Abril	11,52%	88,48%	96,82%	72,01%
	Mayo	21,57%	78,43%	94,55%	62,76%
	Junio	31,22%	68,78%	86,92%	25,02%
Promedio Total		21,44%	78,56%	92,76%	53,26%
Desviación estándar (σ)		0,209	0,209	0,119	0,180

Realizado por: Natalia Tobar

Tabla No. 11. Promedios de Porcentaje de Humedad ET1

		PROMEDIOS ET1			
		Plástico	V. Desechable	Tetrabrick	Mezcla
		% Humedad	% Humedad	% Humedad	% Humedad
Mensual	Abril	31,54%	41,45%	35,61%	-
	Mayo	31,89%	16,71%	20,12%	65,53%
	Junio	25,02%	19,81%	12,04%	243,89%
Promedio Total		29,48%	25,99%	22,59%	154,71%
Desviación estándar (σ)		0,227	0,176	0,124	8,350

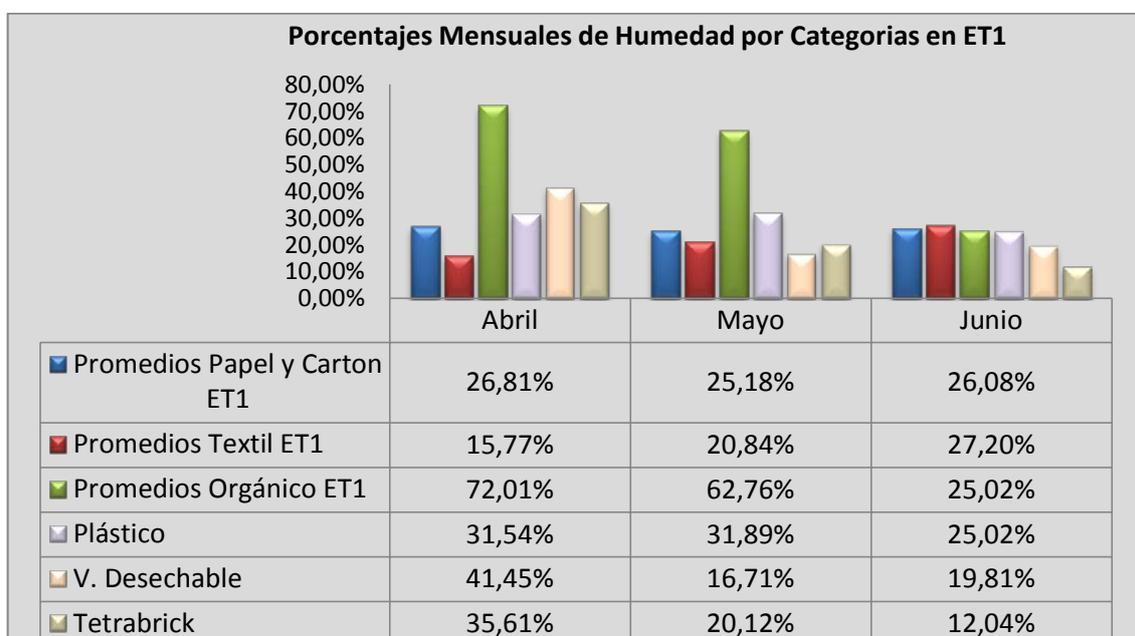
Realizado por: Natalia Tobar

Los promedios calculados presentaron valores de desviación estándar en un rango de 0,227% hasta 8,350% entre todas las categorías y parámetros promediados.

Se observó que la variabilidad de datos resultado del cálculo de la desviación máxima no superaba el 10% resultado positivo debido, a que la cantidad de datos obtenidos no son los suficientes para crear una tendencia central más exacta.

3.5.1. Resultados e interpretación de porcentaje de humedad %H

Gráfico No. 2. Comparación de porcentaje mensuales de humedad en ET1

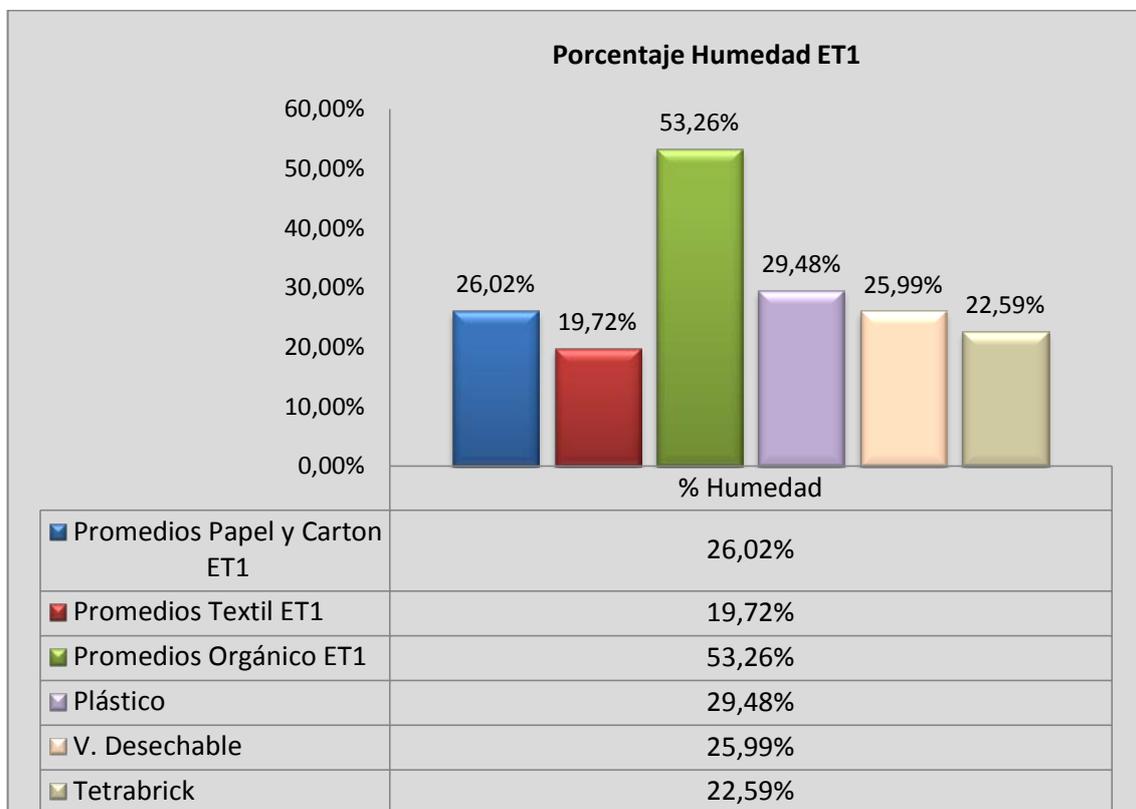


Realizado por: Natalia Tobar

Los resultados de humedad por meses mostraron que en el mes de marzo se obtuvo mayores valores con respecto al porcentaje de humedad entre los meses muestreados.

En los meses de abril, mayo y junio se puede verificar que la categoría de Materia Orgánica por su propia naturaleza presenta el mayor porcentaje en comparación a las demás categorías.

Gráfico No. 3. Porcentaje promediado según categorías en ET1



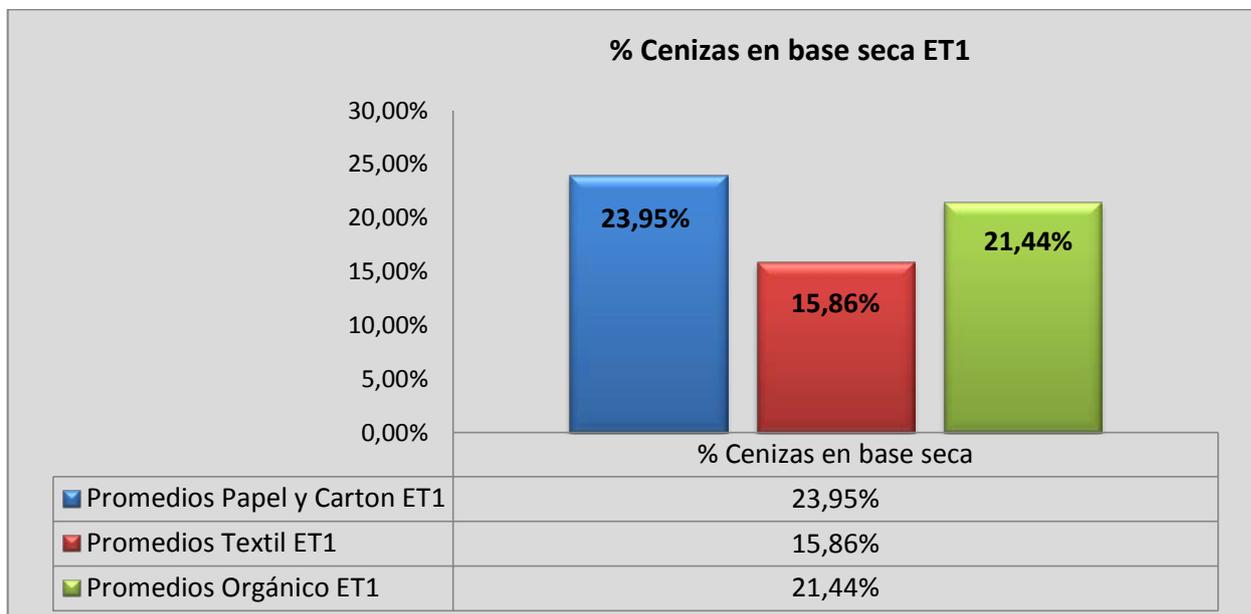
Realizado por: Natalia Tobar

Del promedio de humedad total, a partir de los datos obtenidos durante los muestreos, se observó que los mayores porcentajes de humedad registrados se presentaron en las categorías de materia orgánica, plástico, papel y cartón.

Los valores resultantes fueron 53,26%; 29,48%; 26,02% respectivamente. El resultado de estos valores demuestra que la materia orgánica presenta el valor más elevado dentro del gráfico, debido a su composición química.

3.5.2. Resultados e interpretación de porcentaje de cenizas %C

Gráfico No. 4. Porcentaje de cenizas ET1



Realizado por: Natalia Tobar

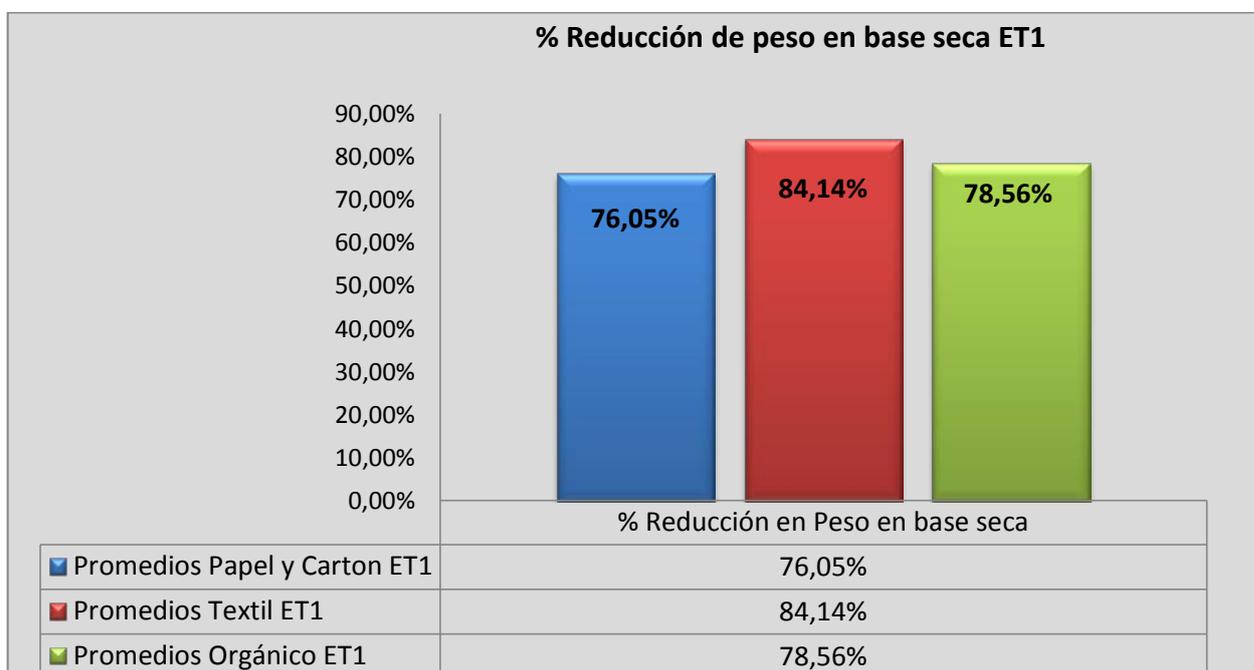
Con respecto al porcentaje de cenizas en base seca, se puede determinar que el contenido de cenizas para Papel y Cartón fue el más alto siendo de 23,95%, seguido por la materia orgánica de 21,44%. Los resultados con respecto a la reducción en base seca de materia orgánica está relacionada con la naturaleza de su composición, pudiendo presentarse compuestos no orgánicos que no se volatilizan al estar en presencia de tratamientos térmicos.

La categoría de Textil presenta un porcentaje de 15,86% pudiéndose determinar que debido a sus diferentes composiciones el proceso de incineración es más complicado.

Cabe recalcar que dentro del proceso de incineración solo se consideró las categorías de papel y cartón, materia orgánica y textiles por la naturaleza de su composición química y debido a que si se toma en cuenta las categorías como el plástico, TetraBrik y vajillas desechables, estos pueden generar dioxinas, furanos, etc. al estar expuestos a temperaturas, no lo suficientemente elevadas, es decir, menos de 1200 °C.

3.5.3. Resultados e interpretación de porcentaje de reducción en peso

Gráfico No. 5. Reducción de peso en base seca ET1



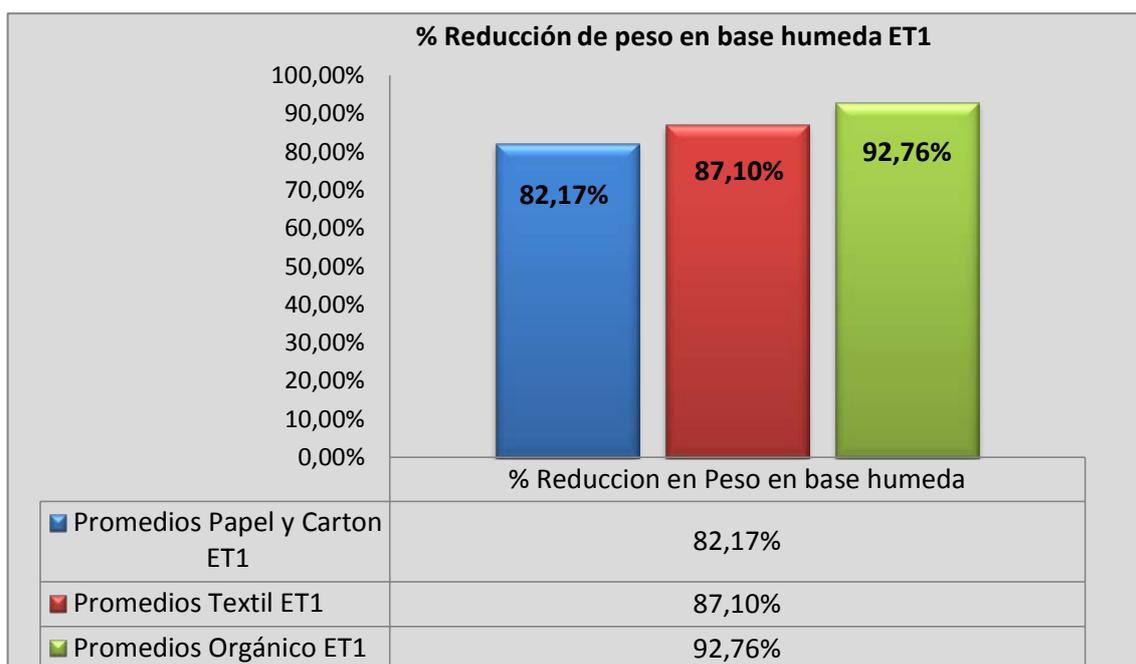
Realizado por: Natalia Tobar

Observando los porcentajes de reducción de peso en base seca se puede determinar que la reducción de peso de los residuos a disponer en el relleno sanitario de “El Inga” disminuiría notablemente alargando de esta manera el tiempo de vida del mismo.

El porcentaje que presenta mayor reducción de peso en base seca es la categoría de Textil con 84,14%, tomando en consideración que los demás valores correspondientes a la materia orgánica y papel y cartón no presentan una gran diferencia con respecto al porcentaje del textil. E

Estos porcentajes se calcularon en base seca, más los datos de generación se obtienen en base húmeda, por lo que se debe calcular el porcentaje de reducción en base húmeda para adaptarse así a la realidad (Dueñas, 2012).

Gráfico No. 6. Reducción de peso en base húmeda ET1



Realizado por: Natalia Tobar

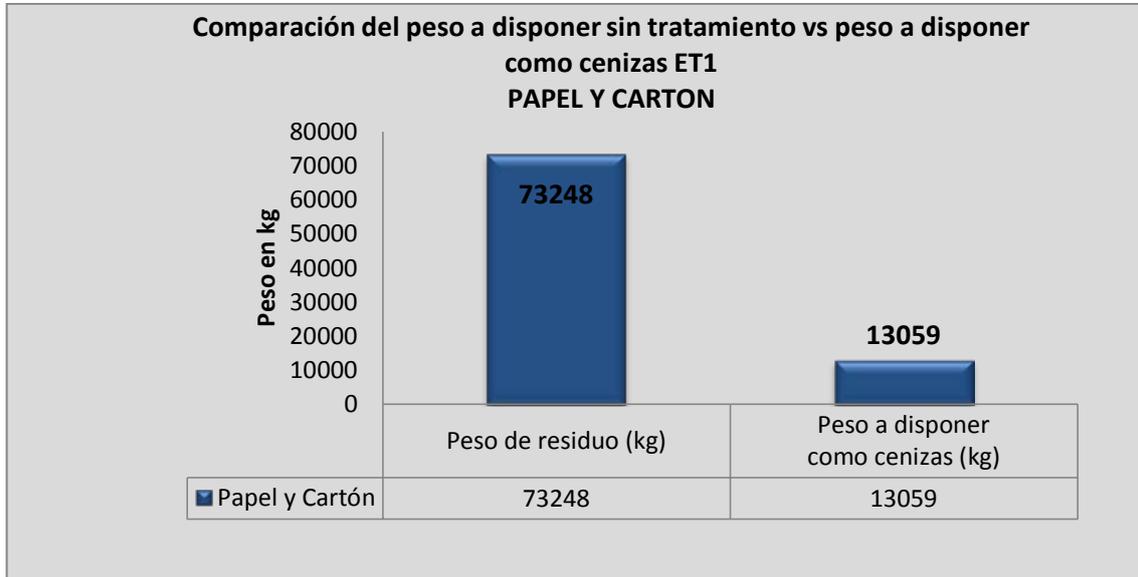
El porcentaje mínimo de reducción es del 82,17% para Papel y Cartón, seguido para la categoría Textil correspondiente a 87,10% y 92,76% para Orgánico, ya que como se ha mencionado anteriormente, esta categoría posee la mayor cantidad de humedad contenida.

Los porcentajes de reducción de peso en base húmeda es una representación más acorde a la realidad de los residuos sólidos urbanos correspondientes a las estaciones de transferencia, al realizar una comparación entre la reducción de peso en base seca con respecto a la reducción de peso en base humedad podemos ver que no existe una variación significativa.

A continuación se presenta la reducción en peso en unidades de kg y en base húmeda, como comparación entre el peso a disponer antes y después de un tratamiento térmico.

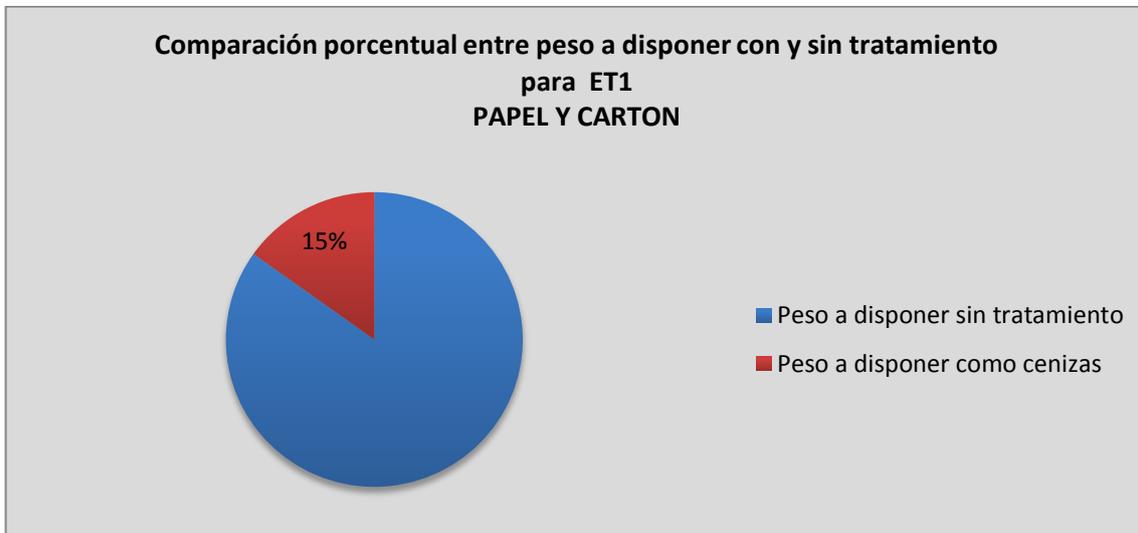
Papel y Cartón

Gráfico No. 7. Comparación del peso a disponer sin tratamiento y el peso a disponer como cenizas con respecto al Papel y Cartón en ET1



Realizado por: Natalia Tobar

Gráfico No. 8. Comparación porcentual del peso a disponer sin tratamiento y el peso a disponer como cenizas con respecto al Papel y Cartón en ET1



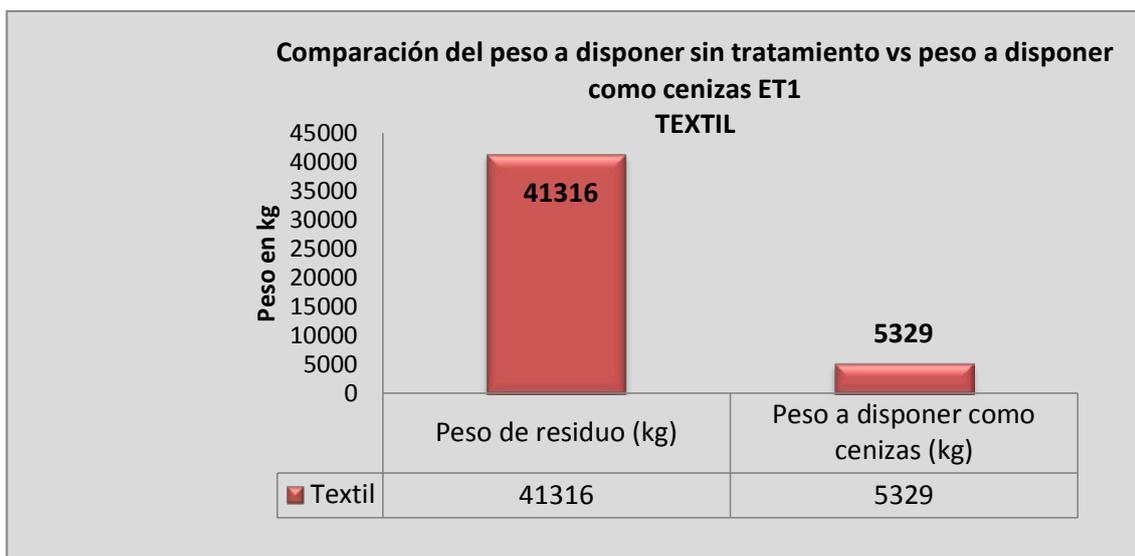
Realizado por: Natalia Tobar

De acuerdo a los cálculos realizados, se estimó una reducción de 60.189 kg diarios en la disposición final de esta categoría

El peso a disponer de Papel y Cartón después de un proceso de incineración sería del 15% con respecto al peso inicial, demostrando que existe una considerable reducción en comparación a disponer los desechos sin previo tratamiento lo cual aumentaría la vida útil del relleno sanitario de “EL INGA”.

Textil

Gráfico No. 9. Comparación del peso a disponer sin tratamiento y el peso a disponer como cenizas con respecto a Textiles en ET1



Realizado por: Natalia Tobar

Gráfico No. 10. Comparación porcentual del peso a disponer sin tratamiento y el peso a disponer como cenizas con respecto a Textiles en ET1



Realizado por: Natalia Tobar

De acuerdo a los cálculos realizados, se estimó una reducción de 35.987 kg diarios en la disposición final de esta categoría, Se estimó que el peso a disponer de Textil después de un proceso de incineración sería el 11% del peso inicial.

Orgánico

Gráfico No. 11. Comparación del peso a disponer sin tratamiento y el peso a disponer como cenizas con respecto a Materia Orgánica en ET1



Realizado por: Natalia Tobar

Gráfico No. 12. Comparación porcentual del peso a disponer sin tratamiento y el peso a disponer como cenizas con respecto a Materia Orgánica en ET1



Realizado por: Natalia Tobar

De acuerdo a los cálculos, se estimó una reducción de 29.2440 kg diarios en la disposición final de esta categoría. Esta es la categoría que representaría la mayor

pérdida de peso para la disposición final después de un tratamiento térmico, esto debido a su elevado porcentaje de generación.

Se estimó que el peso a disponer de Orgánico después de un proceso de incineración sería el 7% del peso inicial.

3.5.4. Ponderación de contenido de humedad

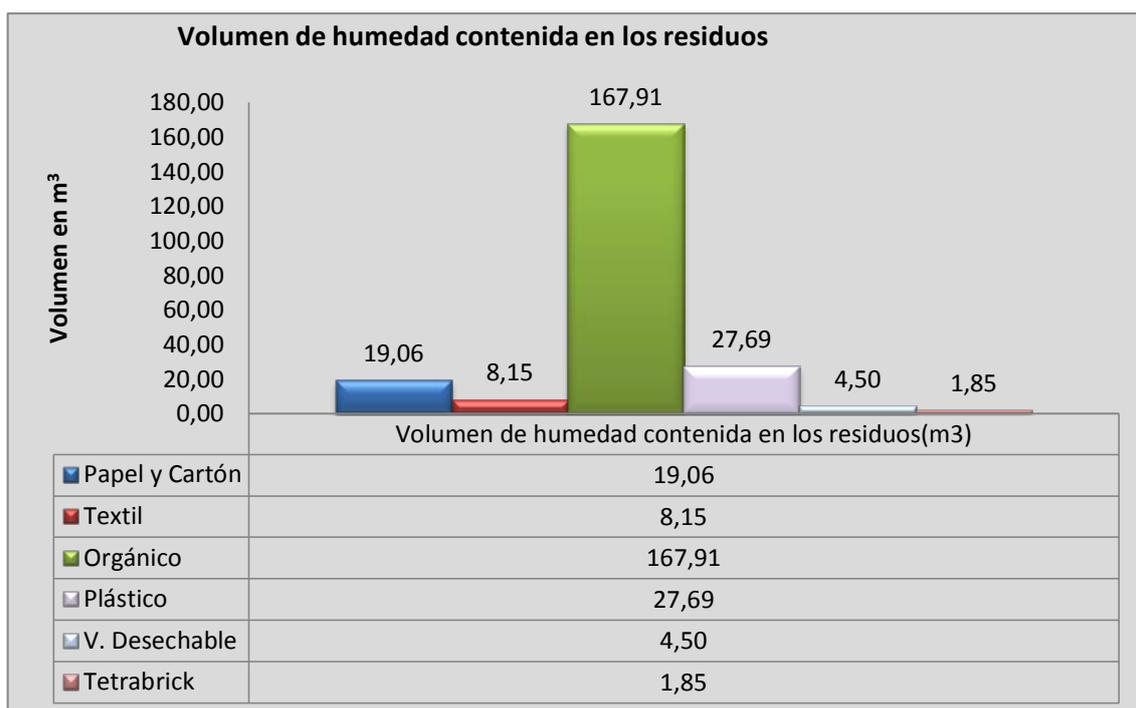
Tabla No. 12. Ponderación de cálculos realizados teniendo como base un día de generación

Ponderación ET1 calculos realizados teniendo como base un día de generación							
Categoría	Porcentaje	Densidad (kg/m ³)	Volumen de residuos (m ³)	Peso de residuo (kg)	Peso a disponer como cenizas (kg)	Humedad total contenida en los residuos (kg)	Volumen de humedad contenida en los residuos(m ³)
Papel y Cartón	12,21%	52,27	1401,34	73248	13059	19060	19,06
Textil	6,89%	131,89	313,26	41316	5329	8146	8,15
Orgánico	52,54%	192,79	1635,24	315258	22818	167905	167,91
Plástico	15,65%	44,92	2090,38	93900	-	27685	27,69
V. Desechable	2,89%	17,23	1004,99	17316	-	4500	4,50
Tetrabrick	1,36%	24,45	334,48	8178	-	1847	1,85
Mezcla	2,32%	32,06	433,44	13896	-	21499	21,50
						Total	251

Realizado por: Natalia Tobar

La presente tabla demuestra los resultados del cálculo realizado para obtener los volúmenes de residuos antes y después de la calcinación, sin embargo, al no ser comparables los datos presentados a manera de tabla, y para permitir una comparación, se presentan los siguientes gráficos:

Gráfico No. 13. Volumen de humedad contenida en los residuos ET1

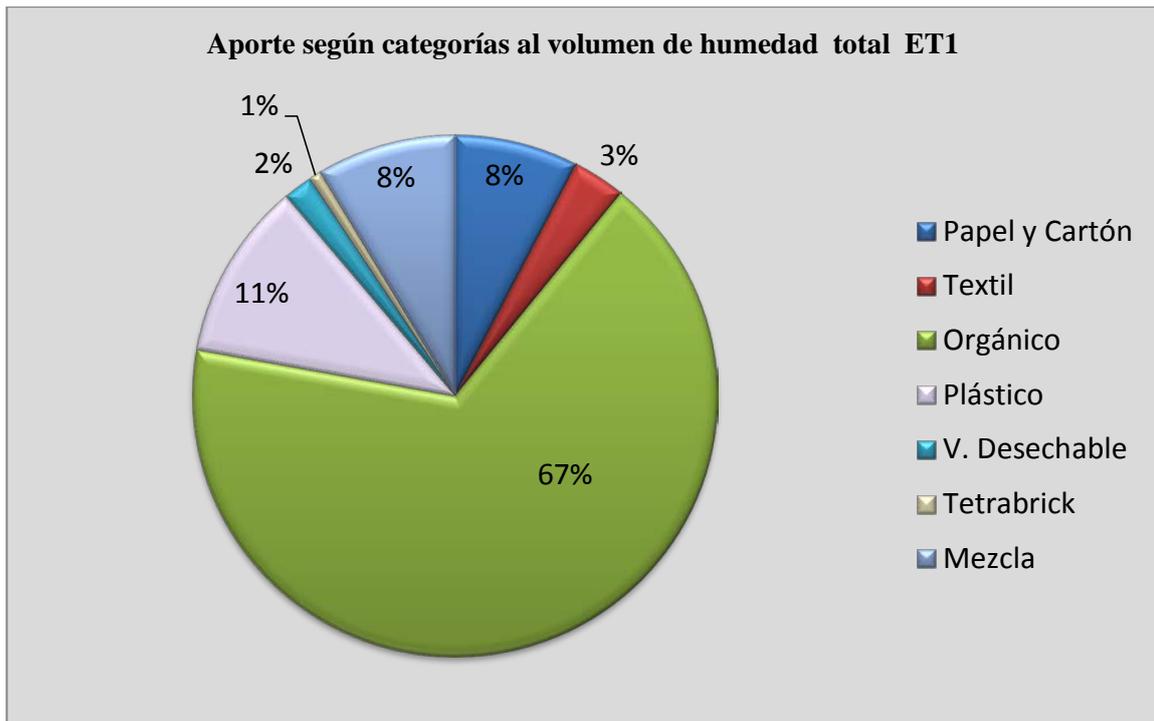


Realizado por: Natalia Tobar

En el gráfico se puede observar que el mayor aporte de humedad en relación al total de los residuos proviene de la categoría Orgánico, con 167,91 m³ diarios, de un total de 229,16 m³.

En los siguientes porcentajes de humedad, se encontró a la categoría de plástico como segundo en importancia al aporte de humedad con 27,69 m³ diarios.

Gráfico No. 14. Aporte según categorías al volumen de humedad total ET1



Realizado por: Natalia Tobar

El presente gráfico permitió interpretar que del total de humedad generada por los RSU, el 67% proviene del material orgánico y el 11% de plástico, el 8% correspondiente a papel y cartón y el 3% a textiles, 2% correspondiente a vajillas y 1% a Tetrabrick.

3.6. Resultado para ET2 Zámbez

3.6.1. Promedios para ET2 Zámbez

Tabla No. 13. Promedios para Papel y Cartón ET2

Promedios Papel y Cartón ET2					
Mensual		% Cenizas en base seca	% Reducción en Peso en base seca	% Reducción en Peso en base húmeda	% Humedad
	Abril	8,71%	91,29%	93,30%	19,92%
	Mayo	10,65%	89,35%	91,59%	19,60%
	Junio	24,13%	75,87%	80,23%	20,31%
Promedio Total		14,50%	85,50%	88,37%	19,94%
Desviación estándar (σ)		0,0017	0,0017	0,0015	0,1088

Realizado por: Natalia Tobar

Tabla No. 14. Promedios para Textil ET2

Promedios Textil ET2					
Mensual		% Cenizas en base seca	% Reducción en Peso en base seca	% Reducción en Peso en base húmeda	% Humedad
	Abril	13,61%	86,39%	86,88%	8,88%
	Mayo	10,16%	89,84%	92,20%	13,47%
	Junio	16,28%	16,28%	88,02%	19,28%
Promedio Total		13,35%	64,17%	89,03%	13,88%
Desviación estándar (σ)		0,0015	0,0015	0,0012	0,1693

Realizado por: Natalia Tobar

Tabla No. 15. Promedios para M. Orgánico ET2

Mensual		% Cenizas en base seca	% Reducción en Peso en base seca	% Reducción en Peso en base húmeda	% Humedad
	Abril	11,89%	88,11%	96,82%	64,55%
	Mayo	22,13%	77,87%	95,84%	78,97%
	Junio	21,76%	78,24%	92,71%	66,10%
Promedio Total		18,59%	81,41%	95,12%	69,87%
Desviación estándar (σ)		0,209	0,209	0,119	0,20

Realizado por: Natalia Tobar

Tabla No. 16. Promedios para Humedad ET2

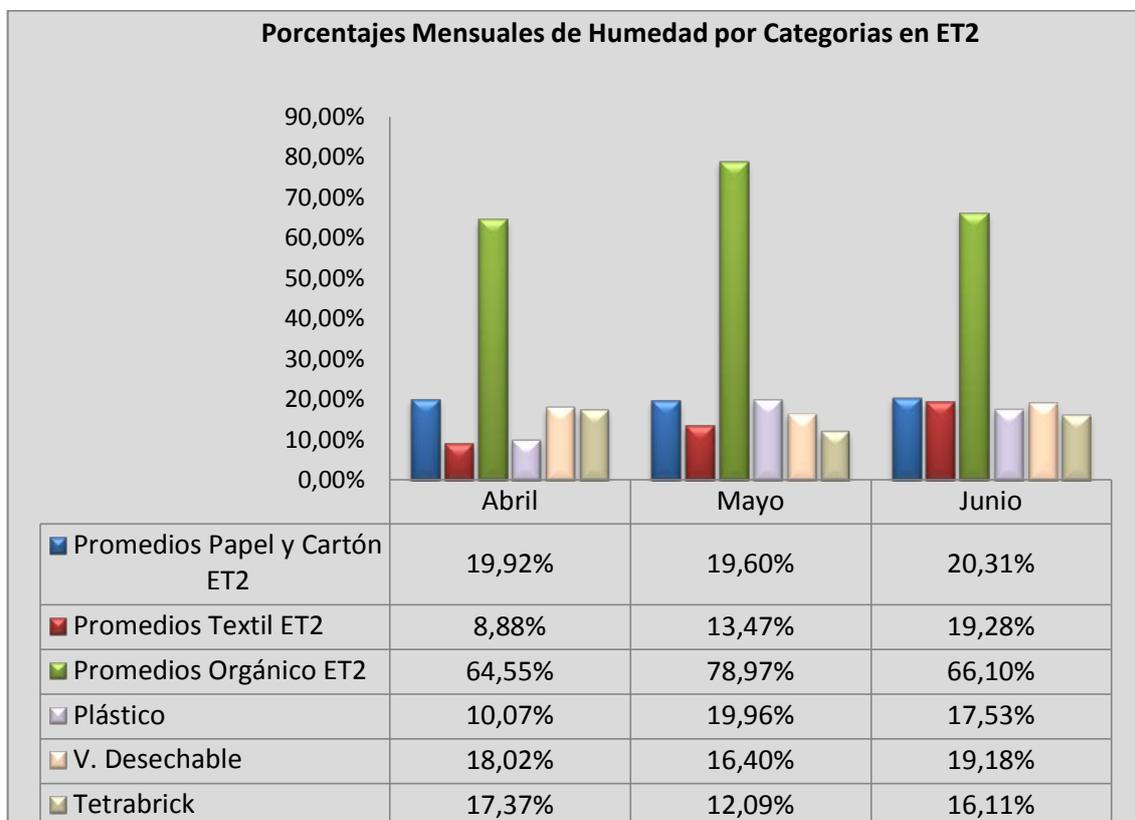
Mensual		Plástico	V. Desechable	Tetrabrick	Mezcla
		%	%	%	%
		Humedad	Humedad	Humedad	Humedad
	Abril	10,07%	18,02%	17,37%	0,00%
	Mayo	19,96%	16,40%	12,09%	57,20%
	Junio	17,53%	19,18%	16,11%	61,27%
Promedio Total		15,85%	52,09%	17,87%	26,88%
Desviación estándar (σ)		0,20	0,13	0,06	0,00

Realizado por: Natalia Tobar

Los promedios calculados presentaron valores de desviación estándar en un rango de 0,06% hasta 0.20% entre todas las categorías y parámetros promediados.

3.6.2. Resultados e interpretación de porcentaje de humedad (%H)

Gráfico No. 15. Comparación de porcentaje mensuales de humedad en ET2

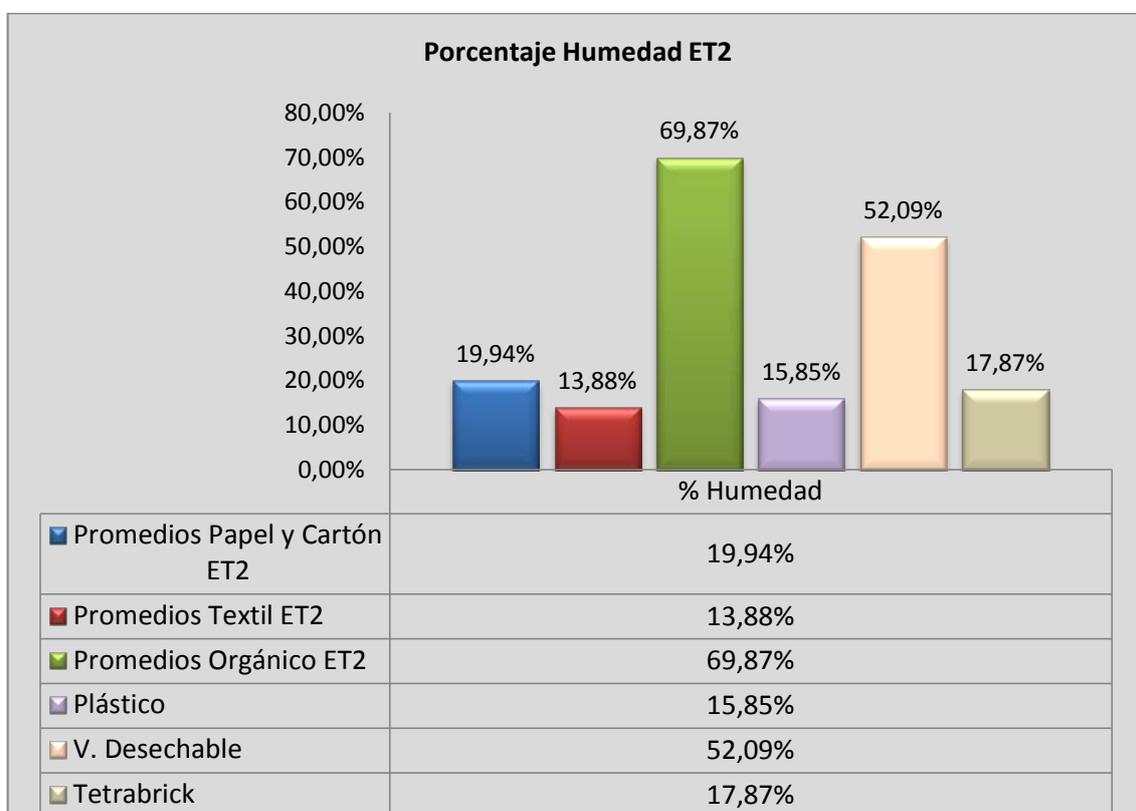


Realizado por: Natalia Tobar

Se observó que la categoría de materia orgánica presenta los mayores porcentajes de humedad en los meses de abril, mayo y junio. Además se puede observar que la categoría de papel y cartón presenta porcentajes de humedad correspondientes a 19,92% para abril, 19,60% para mayo y junio 20,31% lo cual demuestra que por su composición puede llegar a retener y absorber agua.

Con respecto al porcentaje de humedad de textiles los gráficos demuestran variabilidad en sus porcentajes, una de las razones con respecto a los datos puede ser el tipo de material y la composición que estos poseen, los cuales pueden generar cambios en su variabilidad.

Gráfico No. 16. Porcentaje promediado de humedad según categorías en ET2

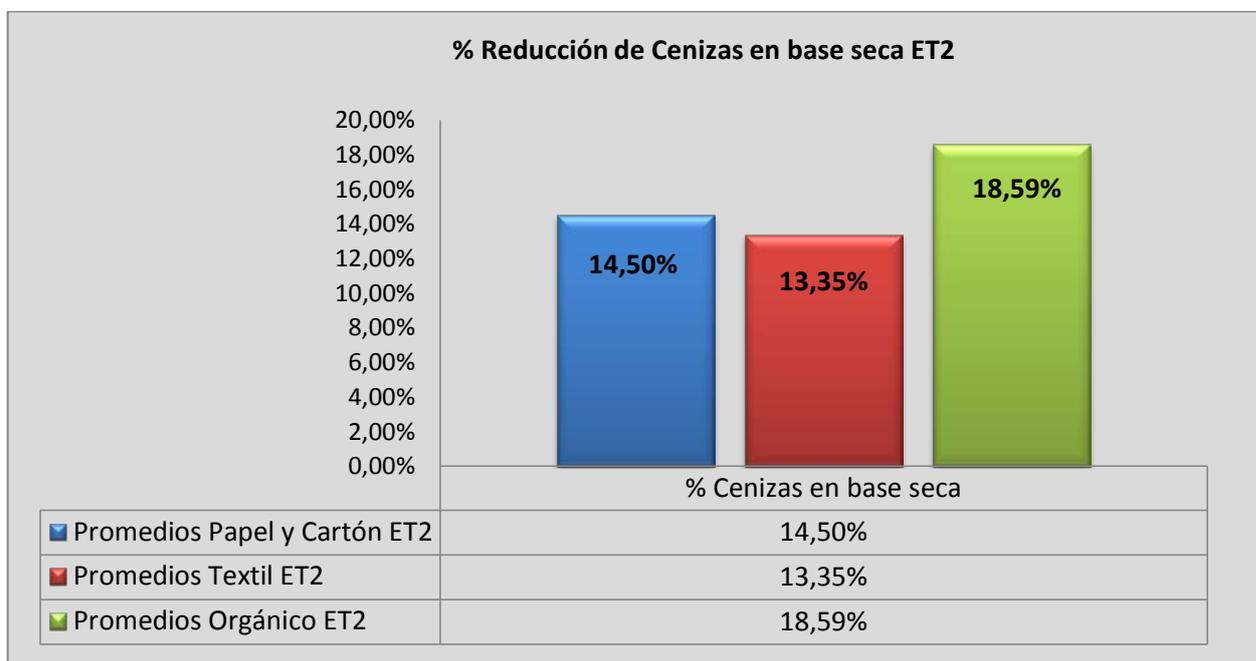


Realizado por: Natalia Tobar

De acuerdo al presente gráfico los promedios calculados se puede observar que el mayor porcentaje de humedad corresponde a la materia orgánica, con un 69,87.

3.6.3. Resultados e interpretación de porcentaje de cenizas (%C)

Gráfico No. 17. Porcentaje de cenizas ET2

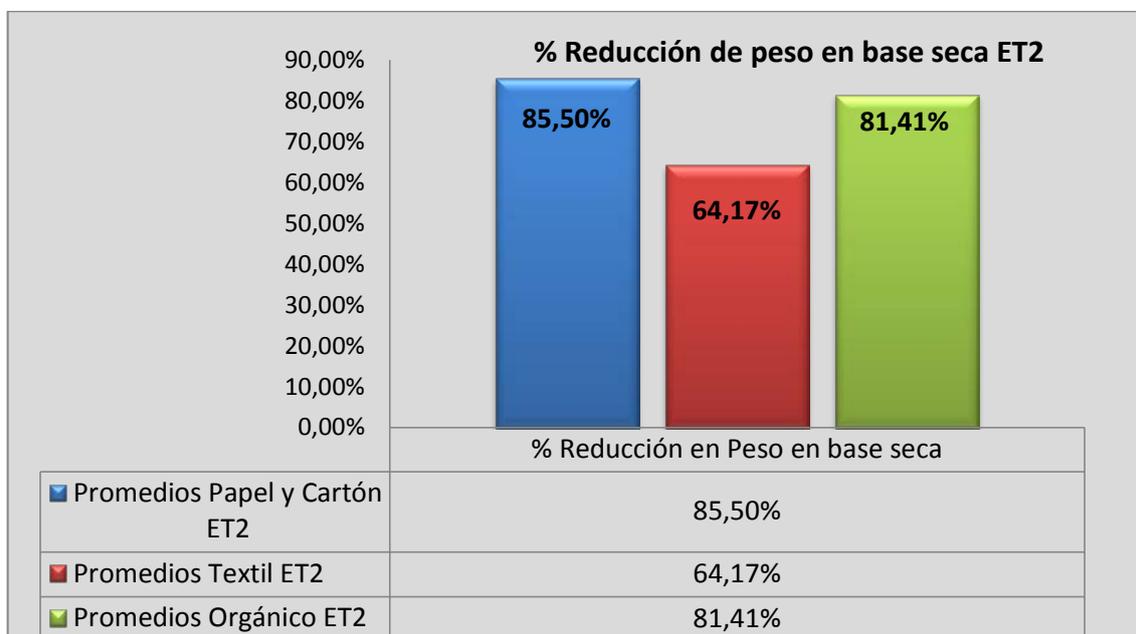


Realizado por: Natalia Tobar

De acuerdo a los gráficos podemos determinar el porcentaje más alto en cuanto a materia orgánica representa uno de los valores más altos correspondiente a 18,59%, y para las demás categorías de papel y textiles existen valores similares.

3.6.4. Resultados e interpretación de porcentaje de reducción en peso

Gráfico No. 18. Reducción de peso en base seca ET2

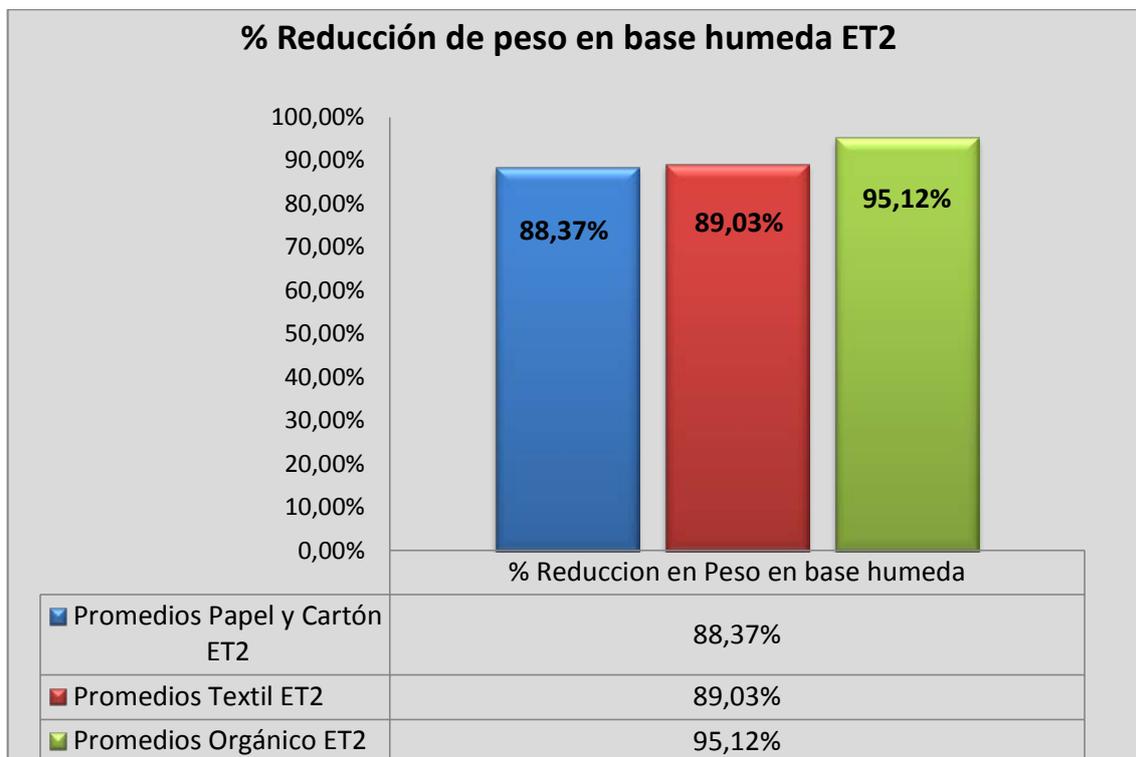


Realizado por: Natalia Tobar

El porcentaje que presenta mayor reducción de peso en base seca es la categoría de papel y cartón correspondiente a 85,50% debido a sus características de baja densidad y a pesar de su elevado porcentaje de generación la aplicación de un tratamiento térmico en los residuos alargaría la vida útil del Relleno

3.6.5. Resultados e interpretación de porcentaje de reducción

Gráfico No. 19. Reducción de peso en base seca

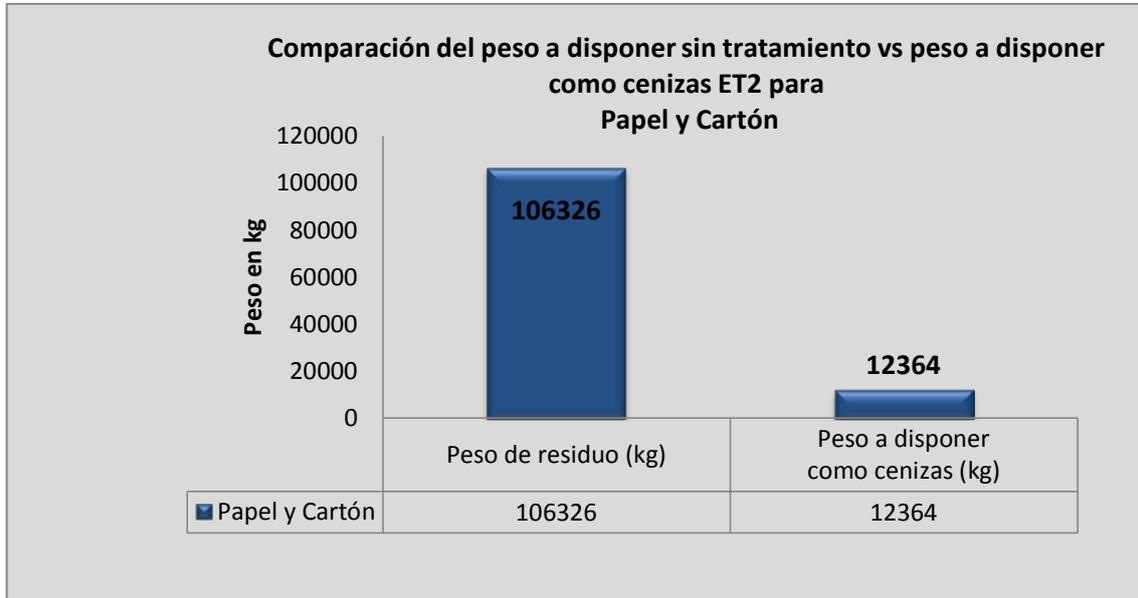


Realizado por: Natalia Tobar

Los porcentajes presentados determinan que a través de los procesos de calcinación la masa de los residuos con una reducción aproximada de 80%, como se puede observar en el gráfico el menor porcentaje de reducción de peso corresponde al papel y cartón con 88,37% y textil de 89,03%. El mayor porcentaje corresponde a la materia orgánica con un valor de 95,12%.

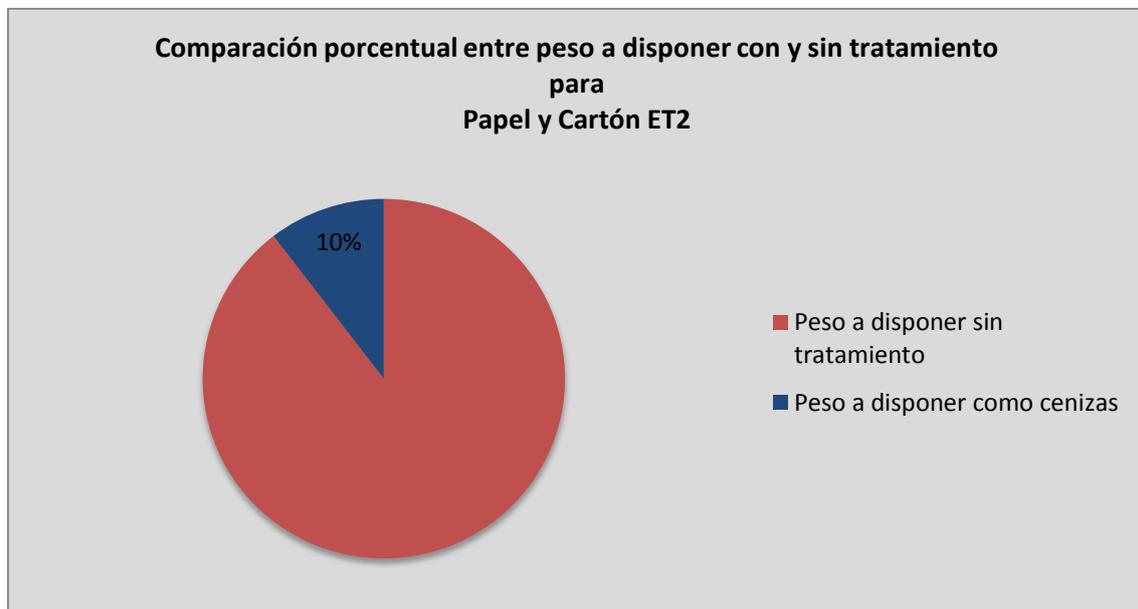
Papel y Cartón

Gráfico No. 20. Comparación del peso a disponer sin tratamiento y el peso a disponer como cenizas con respecto al Papel y Cartón en ET2



Realizado por: Natalia Tobar

Gráfico No. 21. Comparación porcentual del peso a disponer sin tratamiento y el peso a disponer como cenizas con respecto al Papel y Cartón en ET2



Realizado por: Natalia Tobar

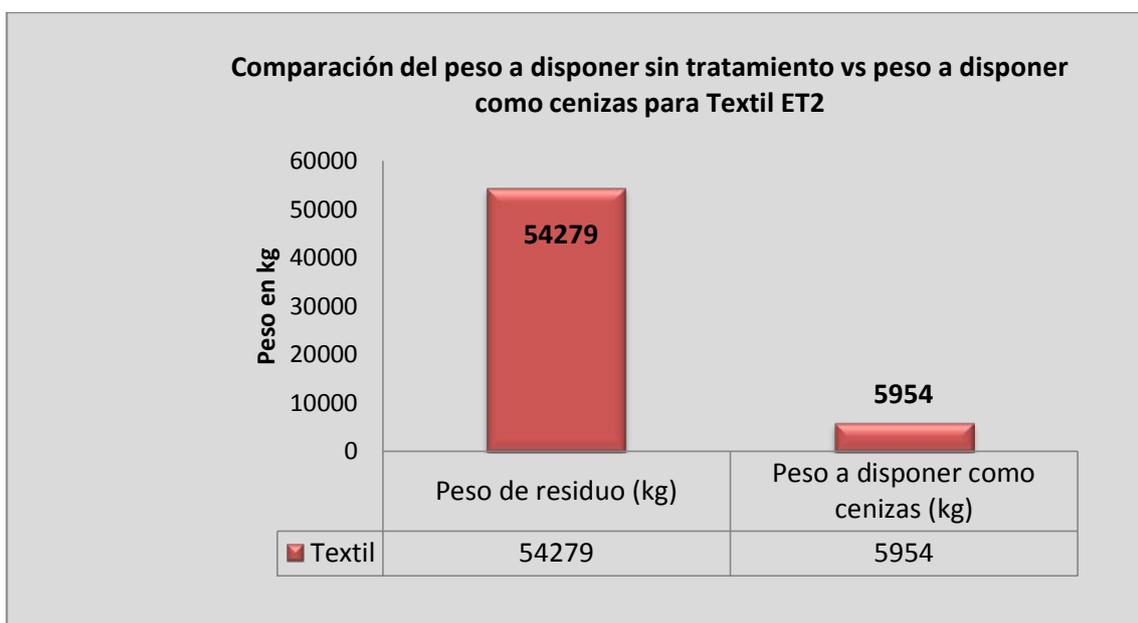
De acuerdo al gráfico se pudo determinar que la reducción en peso al utilizar el proceso de incineración con respecto al papel y cartón da como resultado un 10% del peso original en comparación a los residuos.

De acuerdo a los porcentajes de reducción de peso se puede analizar que si bien se realizaría un proceso de incineración en los residuos correspondientes en este caso al papel y cartón la vida útil del relleno se prolongaría.

A través de la aplicación de un tratamiento térmico el porcentaje de papel y cartón podría reducir a 93962 kg, es decir 93,962 ton/día.

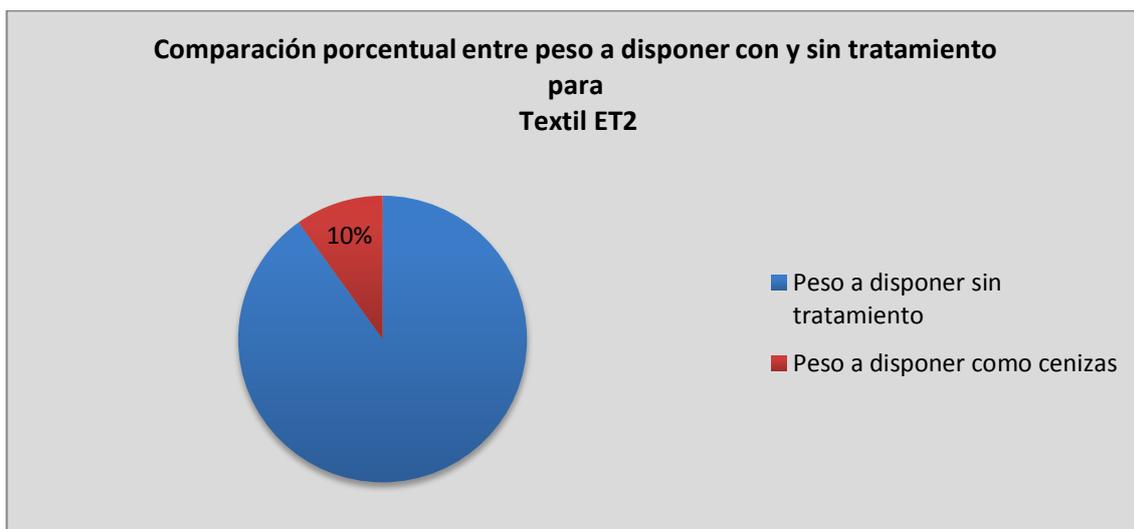
Textil

Gráfico No. 22 Comparación del peso a disponer sin tratamiento y el peso a disponer como cenizas con respecto a Textiles en ET2



Realizado por: Natalia Tobar

Gráfico No. 23. Comparación porcentual del peso a disponer sin tratamiento y el peso a disponer como cenizas con respecto a Textiles en ET2



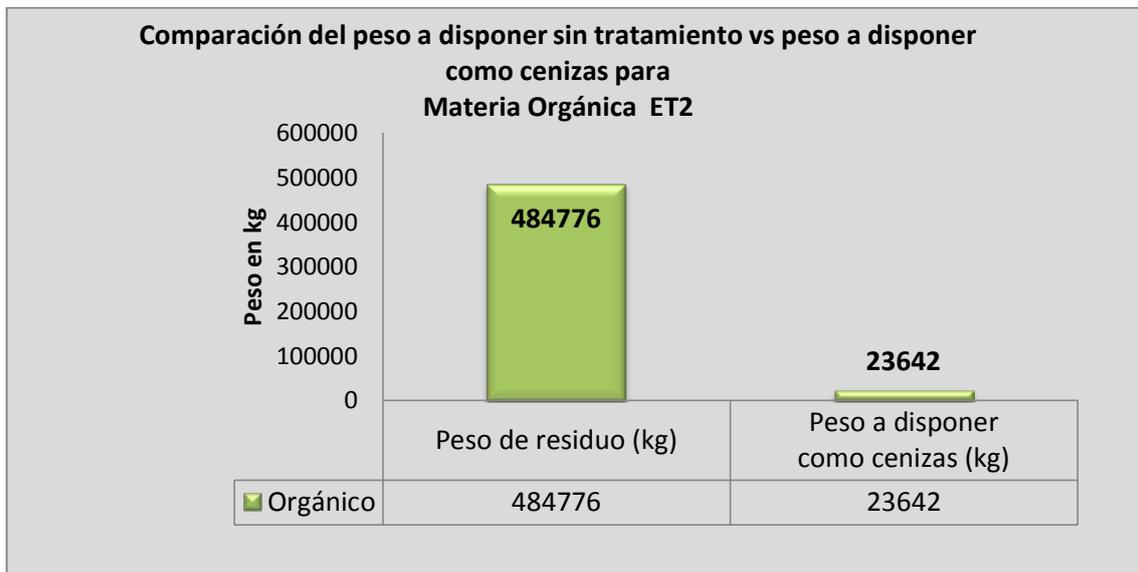
Realizado por: Natalia Tobar

Se observó que al aplicar un proceso de tratamiento térmico el porcentaje de peso sería de 48325 kg, es decir 48,325 ton/día.

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede observar que al incluir el proceso de incineración como parte de tratamiento previo a la disposición final genera una reducción en peso para textil de 10% del peso original de los residuos.

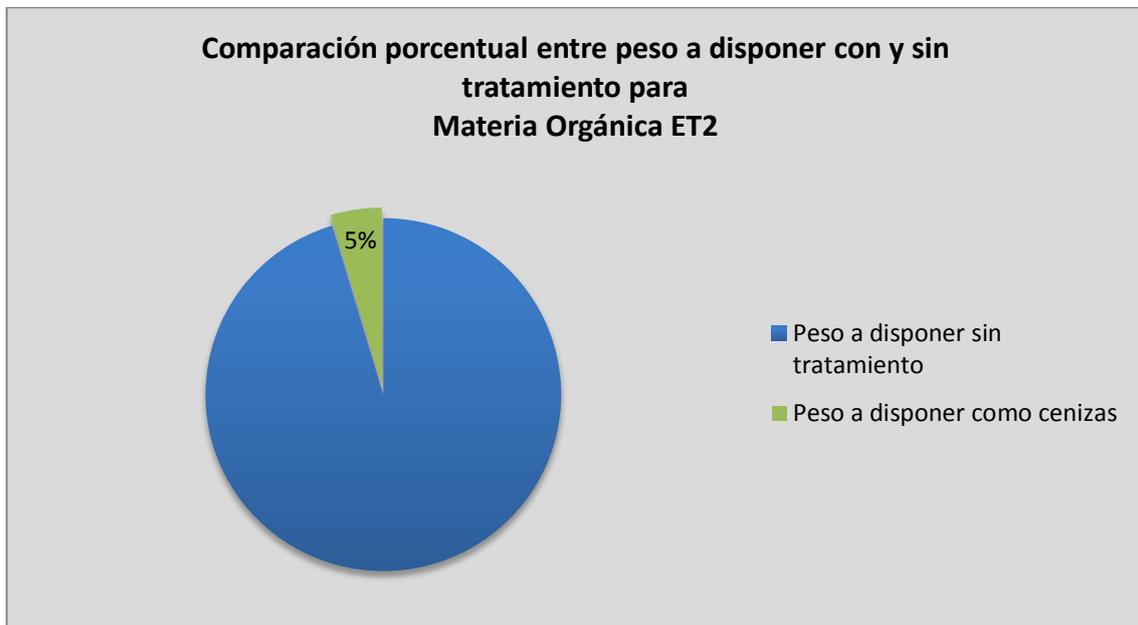
Orgánico

Gráfico No. 24. Comparación del peso a disponer sin tratamiento y el peso a disponer como cenizas con respecto a Materia Orgánica en ET2



Realizado por: Natalia Tobar

Gráfico No. 25. Comparación porcentual del peso a disponer sin tratamiento y el peso a disponer como cenizas con respecto a Materia Orgánica en ET1



Realizado por: Natalia Tobar

Se observó que a partir de un proceso de tratamiento térmico el porcentaje de peso podría disminuir significativamente donde el peso a disponer sería de 461134 kg, es decir 46,1134 ton/día.

Se pudo estimar que al realizar la comparación porcentual en peso a disponer con tratamiento se obtuvo un 5% del peso original de los residuos.

3.6.6. Porcentaje de contenido de humedad

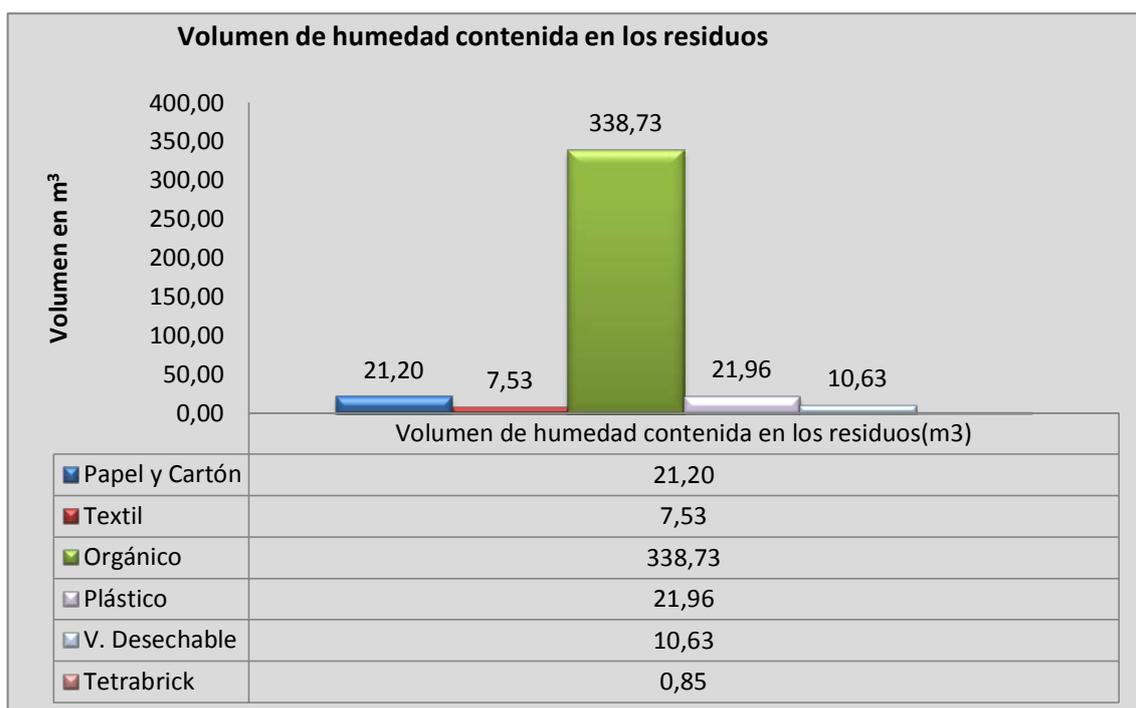
Tabla No. 17. Ponderación de cálculos realizados teniendo como base un día de generación

Ponderación ET2 calculos realizados teniendo como base un día de generación							
Categoría	Porcentaje	Densidad (kg/m ³)	Volumen de residuos (m ³)	Peso de residuo (kg)	Peso a disponer como cenizas (kg)	Humedad total contenida en los residuos (kg)	Volumen de humedad contenida en los residuos(m ³)
Papel y Cartón	11,81%	67,54	1574,27	106326	12364	21202	21,20
Textil	6,03%	139,92	387,93	54279	5954	7532	7,53
Orgánico	53,86%	206,2	2351,00	484776	23642	338731	338,73
Plástico	15,39%	42,91	3228,55	138537	-	21959	21,96
V. Desechable	2,27%	14,85	1373,94	20403	-	10627	10,63
Tetrabrick	0,53%	25,75	184,89	4761	-	851	0,85
Mezcla	2,53%	34,47	660,57	22770	-	6119	6,12
						Total	407

Realizado por: Natalia Tobar

La presente tabla demuestra los resultados del cálculo realizado para obtener los volúmenes de residuos antes y después de la calcinación, sin embargo, al no ser comparables los datos presentados a manera de tabla, y para permitir una comparación, se presentan los siguientes gráficos:

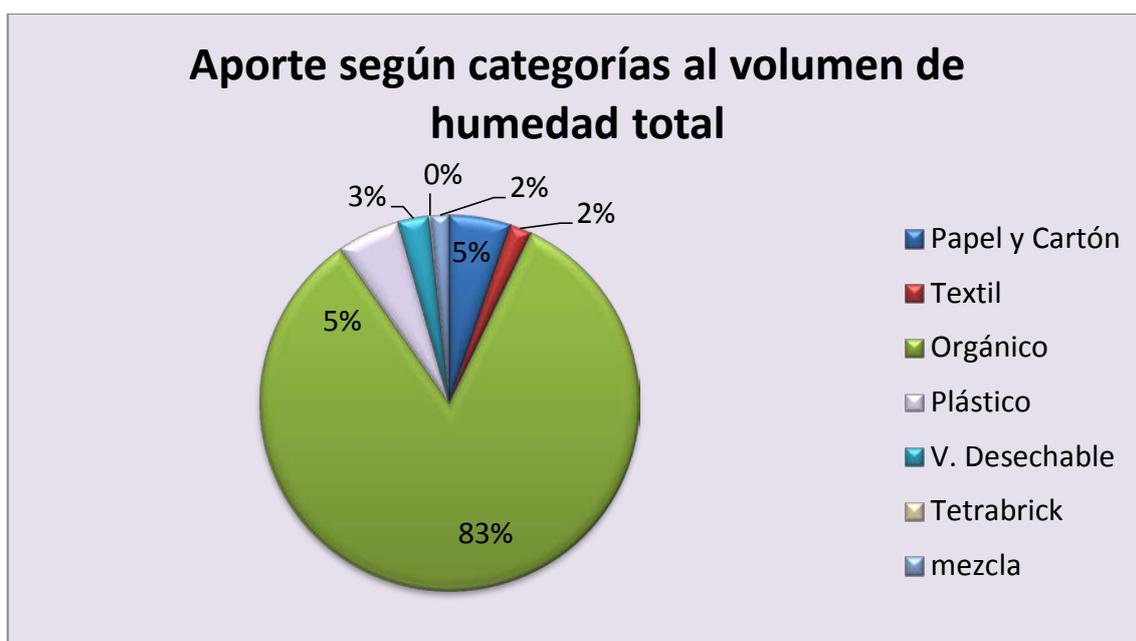
Gráfico No. 26. Volumen de humedad contenida en los residuos ET2



Realizado por: Natalia Tobar

De acuerdo al gráfico se puede observar que la categoría de materia orgánica es la más representativa en cuanto al porcentaje de humedad con 338,73m³ diarios de un total de 400,9 m³.

Gráfico No. 27. Aporte según categorías al volumen de humedad total ET2

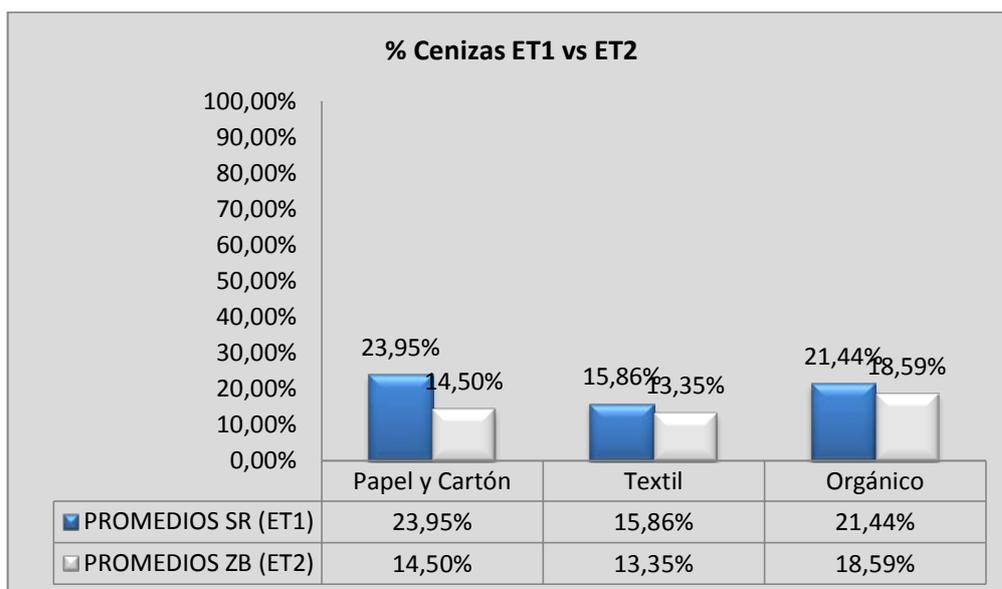


Realizado por: Natalia Tobar

El gráfico permitió estimar la cantidad total de humedad generada por los RSU, en el que como podemos observar, el 83% corresponde a la aportación de volumen con respecto a humedad de la materia orgánica.

3.7. Comparación entre ET1 Y ET2

Gráfico No. 28. Comparación del porcentaje de cenizas entre ET1 y ET2



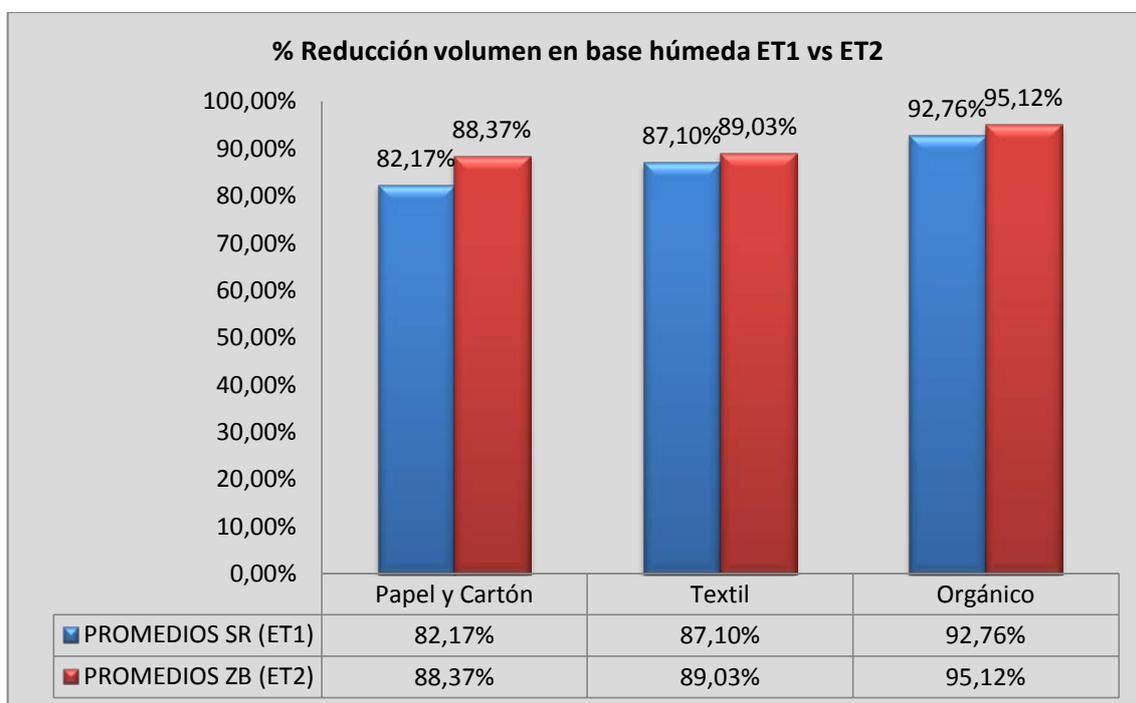
Realizado por: Natalia Tobar

Se pudo observar que los valores de la categoría de papel y cartón tiene una diferencia entre la ET1 y ET2: en la categoría del textil podemos determinar que los porcentajes son prácticamente equivalentes; y con respecto a la materia orgánica si comparamos entre ET1 Y ET2, podemos determinar que en ET hay una pequeña diferencia de 2.85%.

Los porcentajes de la categoría de papel y cartón para ET1 y ET2 muestran una clara diferencia en cuanto al porcentaje de cenizas lo cual se puede deber al modo de manejo de residuos que se emplea en Santa Rosa en el cual, los residuos se encuentran cubiertos y con menos posibilidad de estar expuestos a condiciones ambientales que afecten su composición, a diferencia de Zámboza.

3.7.1. Comparación porcentaje de humedad %H

Gráfico No. 29. Comparación de la reducción de volumen entre ET1 Y ET2

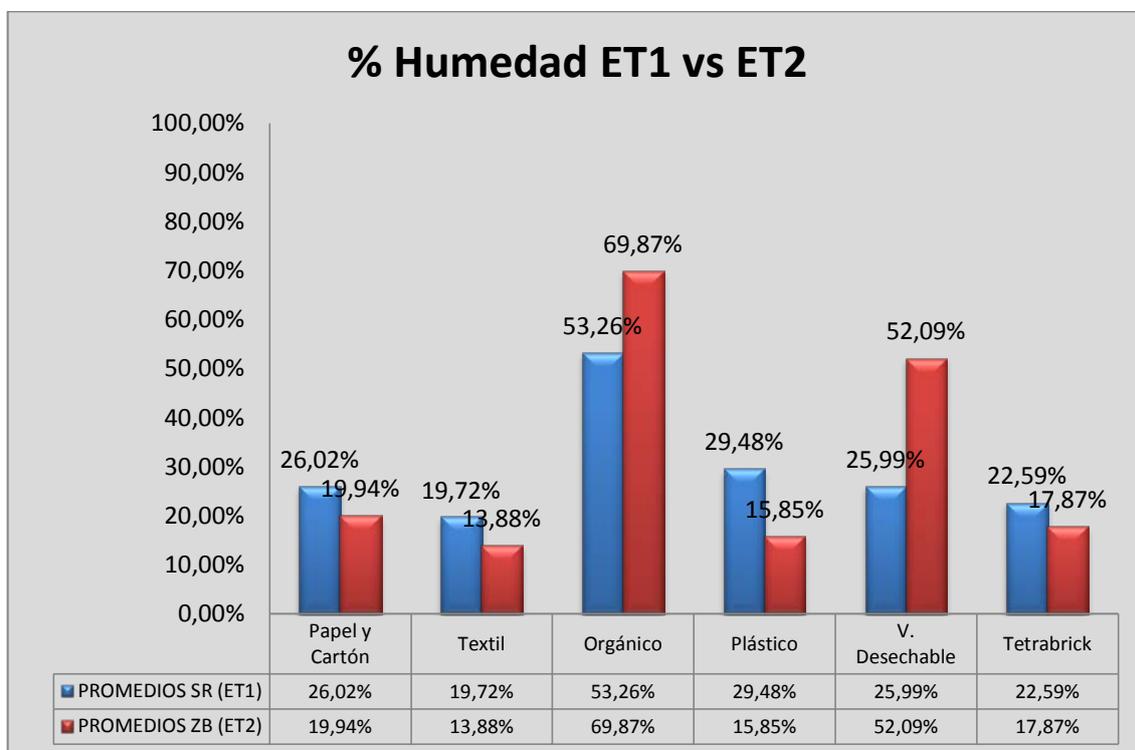


Realizado por: Natalia Tobar

Si bien al comparar entre las dos estaciones, obtenemos valores similares, en la ET2 podemos determinar que existe una pequeña diferencia con respecto a ET1. De acuerdo al gráfico se puede analizar que el proceso de incineración podría ser aplicable tanto para las dos estaciones de transferencia, ya que la reducción en el volumen presenta porcentajes elevados.

3.7.2. Comparación porcentaje de humedad %H

Gráfico No. 30. Comparación del porcentaje de humedad entre ET1 y ET2



Realizado por: Natalia Tobar

De acuerdo a la comparación de porcentaje de humedad entre las dos estaciones de transferencia, se pudo observar que si bien se presenta diferencias en cada uno de los valores correspondientes a cada estación, el porcentaje de humedad con respecto a la categoría de materia orgánica en la ET1 presenta un valor menor con respecto a la ET2 de aproximadamente 10.61%, la categoría que le sucede corresponde a vajilla desechable en el cual existe un porcentaje de humedad de 25.99% en ET1 y 52.09% en ET2 lo cual demuestra una mayor concentración en humedad en ET2.

Se observó un mayor porcentaje para la ET2.

CAPITULO IV DISCUSIÓN

4. DISCUSIÓN

4.1. Conclusiones

1. Debido a la problemática de no existir un manejo correcto de los desechos comenzado con la separación en la fuente de los mismos, la mayoría de los desechos no son recuperados y van al relleno sanitario donde se reduce el espacio dispuesto para el relleno y se disminuye la vida útil del mismo.
2. La realización de muestreos y análisis en el laboratorio por separado de acuerdo a las estaciones de transferencia permitió establecer comparaciones entre las dos estaciones con respecto al porcentaje de volumen, humedad y cenizas.
3. Se debe tomar en consideración el aporte de humedad debido a que a elevados porcentajes de humedad se reducen considerablemente el poder calorífico y por defecto la energía que podría ser aprovechada para su recuperación es usada para la evaporación de contenida del residuo.
4. En comparación a la materia orgánica las categorías correspondientes a papel y cartón, textil, plástico, vajillas desechables y tetrabrick no presentan porcentajes altos debido a su composición y características.
5. Con respecto al porcentaje de reducción de peso en cenizas para las categorías de papel, cartón, textil y materia orgánica para las de estaciones de transferencia determina que el porcentaje de reducción en peso es elevado, lo cual puede determinar la factibilidad de aplicación de procesos térmicos en los residuos.
6. Los cálculos en reducción de peso se realizaron tanto en base seca como en base humedad con el fin de obtener datos más reales en comparación al peso original del residuo.
7. No se consideró dentro del proceso de incineración a las categorías de plásticos, vajillas desechables, y tetrabrick debido a que estos materiales al estar en presencia de altas temperaturas pueden generar productos volátiles altamente tóxicos; como dioxinas, furanos, etc.
8. De acuerdo a los gráficos presentados se pudo determinar la factibilidad en la aplicación de sistemas de tratamiento térmico para las categorías de desechos

- orgánicos, papel y cartón y textiles, lo cual reduciría notablemente el volumen de desechos a disponer en el relleno sanitario, aumentando su vida útil.
9. Si bien la aplicación de un tratamiento térmico con respecto a papel y cartón, textil y materia orgánica como se demuestra en la investigación es sumamente factible, se consideraría que el mejor tratamiento que se podría dar a estos materiales es su reutilización, para lo cual la separación de desechos en la fuente es decir en nuestros hogares, trabajos, lugar de estudios, etc. sería un gran aporte a la reducción de volumen en los rellenos sanitarios y una solución a la misma.
 10. El mayor porcentaje de reducción en peso corresponde a la categoría de materia orgánica, lo cual se debe al alto contenido de humedad que posee el residuo, evaporándose en el proceso.
 11. Al realizar la comparación entre el porcentaje de reducción de cenizas en base húmeda generado en ET1 y ET2 se presentó una diferencia notable de porcentajes en ET2, para la categoría de papel y cartón lo cual se puede deber al tipo de manejo que se les da a los residuos una vez que arriban a la estación de transferencia, exponiendo a los mismos a condiciones ambientales que pueden aumentar su porcentaje de humedad.
 12. Con respecto al porcentaje de humedad para las categorías de materia orgánica y vajilla se presentaron valores mayores en ET2 lo cual puede ser por la existencia de un mayor nivel de precipitaciones en el lugar.
 13. Es necesario la realización de una clasificación de residuos para poder lograr un eficiente proceso de aprovechamiento energético y reutilización de materiales.
 14. La metodología aplicada para obtener un resultado en cuanto al volumen a disponer significaría un aumento en la vida útil del relleno sanitario de El Inga.
 15. Si comparamos la composición de los residuos sólidos urbanos del DMQ entre las dos estaciones podemos indicar que los hábitos de consumo en los dos sectores es similar

4.2. Recomendaciones

1. La implementación de un sistema de reducción en origen de la generación de residuos en los que se pueda intervenir tanto en ámbitos de producción, materias primas y sobre todo en los hábitos de los consumidores.
2. Continuar con una diferenciación de los residuos provenientes de las estaciones de transferencia con el fin de obtener resultados independientes y establecer comparaciones entre el manejo y disposición de las dos zonas de Quito.
3. Realizar los estudios de reducción en peso directamente en base húmeda debido a que estos valores son los más reales y representativos a la generación de desechos.
4. En el proceso de incineración se debe controlar el porcentaje de humedad de la materia orgánica debido a que a mayor humedad contenida en el residuo se reduce el poder calórico de tal manera que la energía que podría ser aprovechada para su recuperación es usada para la evaporación contenida en el residuo
5. Es de suma importancia conocer el porcentaje de humedad contenida en los residuos para así definir un tratamiento específico
6. Es necesario realizar una tabla de ponderaciones a partir de la utilización de caracterizaciones con respecto a la densidad y composición de RSU para poder estimar volúmenes aproximados de los residuos a disponer en el relleno y establecer comparaciones entre las estaciones de transferencia.
7. Es necesario realizar la caracterización de residuos sólidos urbanos en conjunto con la obtención de datos de porcentajes de ceniza y humedad con el fin de tener datos actualizados con respecto a la composición, y cantidad de generación de los residuos.
8. Un método de incineración se considera ideal cuando la porción de muestra a tratar posee alta proporción de materia orgánica y baja cantidad de agua e inertes de tal manera que se realice el tratamiento sin la necesidad de utilizar un combustible adicional y con el aprovechamiento del calor producido para dar lugar a un residuo final cuyo volumen representa una fracción pequeña de la de partida

9. Se recomienda continuar con el muestreo hasta cumplir con el número de muestras mínimo requerido, de esta manera los datos obtenidos serán exactos y se disminuirá la desviación estandar.
10. La implementación de las 3R en: La recuperación de materias que pueden volver a usarse; el reciclaje y la reutilización del material., por último, el tratamiento y eliminación de los residuos no reciclables, siéndola opción menos deseable la disposición en rellenos sanitarios
11. Para la categoría de papel, cartón, plástico y tetrabrick, se podría buscar una manera adecuada de gestionar y reutilizar los desechos que generamos, la materia orgánica puede ser empleada para producir biogás o ser compostada después de la separación previa.
12. Con respecto a los residuos de fibras textiles como son fibras textiles procesadas se las puede aprovechar considerablemente reintegrándolos al proceso de producción, los residuos de textiles de materiales acabados o desperdicios de confección pueden ser utilizados como materia prima en la fabricación de materiales de limpieza, rellenos en la industria automovilística, alfombras, etc. Los residuos textiles generados a nivel doméstico pueden ser reutilizados como ropa de segunda mano.
13. Mediante la pirolisis de residuos de fibras textiles se pueden obtener residuos carbonosos cuya activación en corriente de gas produce fibras de carbón activado que se pueden emplear en los sistemas de limpieza de gases contaminados.
14. El reciclaje es una iniciativa que contribuye al cambio de matriz productiva que propone el Gobierno al recuperar el material reciclado mediante procesos tecnificados y transformar una materia a otro con un valor agregado de esta manera disminuimos el impacto ambiental generado por la mala disposición de los residuos.

CAPITULO V REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Asociación Empresarial de Valorización Energética de Residuos Sólidos Urbanos (2007). *Ficha técnica del 2007 en cuanto al manejo de Escorias y Cenizas de Incineradora de Residuos Sólidos Urbanos*. Madrid: La asociación.
- Bonato F. (2000). *Seminario: la gestión integral de los residuos sólidos del 5-8 Junio 2000*, Alvear Palace Hotel, Salón Versailles. Argentina, Buenos Aires.
- Castells, X, (2012). *Tratamiento y Valorización Energética de Residuos*. Madrid: Díaz de Santos, S.A.
- Castells, X, Velo E. (2012). *La Gasificación (Eds.), Tratamiento y Valorización Energética de Residuo*. (414). Madrid: Díaz de Santos, S.A.
- Castells, X, Velo E. (2012). *La Pirolisis (Eds.), Tratamiento y Valorización Energética de Residuo*. (478-479). Madrid: Díaz de Santos, S.A
- Castillo M. (2012). *Determinación de la Composición y Densidad de los Residuos Sólidos Urbanos del Distrito Metropolitano de Quito con fines de aprovechamiento energético y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero*. Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Ambientales, Quito.
- Castillo S. (2011). *Estadística aplicada a la investigación científica*. Quito: Universidad Internacional SEK (UISEK).
- Coral K. (2011). *Cátedra de tratamiento de residuos sólidos*. Quito: Facultad de Ciencias Ambientales, UISEK.
- Del Valle M. (2011). *Todo residuos Pp. 12-16*. Madrid: Wolters Kluwer España, S.A.
- Dueñas, David (2012). *Cuantificación del porcentaje de Humedad y Porcentaje de Cenizas Contenido en los Residuos Sólidos Urbanos del Distrito Metropolitano de Quito (Trabajo de fin de Carrera)*, Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Ambientales, Quito.
- Empresa Pública Metropolitana de Aseo (2012). *Plan de servicios de aseo Administración Zonal Calderón*. Quito: Autor
- Empresa Pública Municipal de Aseo (2011). *Quito le apuesta al reciclaje alianza público - privada para incentivar proyecto 3r`s*. Disponible en: <http://www.emaseo.gov.ec/newsflash/firma-de-convenio.html>
- Fondo Ambiental del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (2001). *Perspectivas del ambiente y cambio climático en el medio urbano*: ECCO-Distrito Metropolitano de Quito Pp. 99-104. Quito: Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) Sede Ecuador
- Garrigues (2003). *Manual para la Gestión de los Residuos Urbanos..* Ecoiuris. Madrid. 909 pp.

- González G (2008). *Impacto de la tasa de humedad en la biodegradación de los residuos sólidos urbanos de la ciudad de Veracruz*, México. Veracruz: Instituto de Ingeniería, Universidad Veracruzana.
- Estación Experimental Agropecuario Sáenz Peña-Chaco (2005). *Procedimientos analíticos para suelos normales y salinos*, Argentina.
- Quijia L (2011). *Proyecto de gestión Integral de residuos en la parroquia de Nayón. "Reciclar es Vivir"*. Quito: Gobierno Parroquial Nayón.
- Rojas, J.M.(s.f.).*Concepto y Clasificación de los Residuos Urbanos y Asimilables*. Recuperado de:
http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/Educacion_Y_Participacion_Ambiental/Educacion_Ambiental/Educam/Educam_IV/MAU_RU_y_A/rua01.pdf
- Sakurai K. (2010). *Guía HDT 17: Método sencillo del análisis de residuos sólidos. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS)*.
Disponible en:
<http://www.bvsde.paho.org/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt017.html>.
- Universidad Nacional de Educación a Distancia (2002). *Gestión y tratamiento de los Residuos Urbanos: le tratamiento de los residuos. Madrid: La universidad*. Disponible en:
<http://www.uned.es/biblioteca/rsu/pagina4.htm#Cabecera>
- Cantanhede, A. (s.f.) *La gestión y tratamiento de los residuos generados en los centros de atención de salud*. Recuperado de http://www.bvsde.ops-oms.org/foro_hispano/BVS/bvsars/e/fulltext/centros/centros.pdf
- Setra-Cstr (1997). *Escorias y cenizas de incineradora de residuos sólidos urbanos*. Recuperado de <http://www.cedex.es/NR/rdonlyres/DDFD2BDC-ADF6-4204-A89B-A084FF2423D0/119967/CENIZASDEINCINERADORA1.pdf>

6. ANEXOS

Anexo No. 1 DATOS MUESTRAS ET1

Muestra	Tipo de Residuo	Peso del Crisol (g)	Peso Crisol + Muestra Húmedo (g)	Peso Crisol + Muestra Seco (g)	Peso Crisol + Muestra Calcinado (g)	Humedad
SR 05-04	Papel y Cartón	35,42140	47,24110	44,5124	36,4211	23,09%
	Textiles	-	-	-	-	-
	Orgánico	50,42150	85,35110	61,1511	51,2410	69,28%
	Plástico	90,5142	93,4112	93,0021	-	14,12%
	V. Desechable	80,4151	82,4116	81,0211	-	69,65%
	Tetrabrick	90,4125	112,5120	107,4511	-	22,90%
SR 07-04	Papel y Cartón	45,12110	51,45100	50,4516	46,0513	15,79%
	Textiles	-	-	-	-	-
	Orgánico	33,51210	43,51270	35,9498	33,9421	75,62%
	Plástico	81,2210	86,1211	85,0215	-	22,44%
	V. Desechable	-	-	-	-	-
	Tetrabrick	92,4541	115,4512	104,4510	-	47,83%
SR 12-04	Papel y Cartón	41,4211	53,0121	50,3210	43,0215	23,22%
	Textiles	87,4511	103,2014	102,4577	88,4124	4,72%
	Orgánico	43,5510	80,4125	50,0151	44,5121	82,46%
	Plástico	98,4421	102,4541	99,0412	-	85,07%
	V. Desechable	-	-	-	-	-
	Tetrabrick	-	-	-	-	-
SR 13-04	Papel y Cartón	91,2670	98,1376	96,4866	91,5930	24,03%
	Textiles	93,4511	125,4511	123,4511	93,8741	6,25%
	Orgánico	81,4511	89,4112	83,4511	81,6231	74,87%
	Plástico	80,9541	83,4115	82,6410	-	31,35%
	V. Desechable	73,4518	76,4511	76,0541	-	13,24%
	Tetrabrick	82,4511	99,4511	90,4511	-	52,94%
SR 17-04	Papel y Cartón	40,2271	45,7121	44,2111	40,3851	27,37%
	Textiles	35,1211	39,4115	38,4520	35,1274	22,36%
	Orgánico	32,4518	43,5112	36,4511	32,8751	63,84%
	Plástico	75,5422	78,1245	77,4810	-	24,92%
	V. Desechable	-	-	-	-	-
	Tetrabrick	-	-	-	-	-
SR 21-04	Papel y Cartón	28,4762	31,4511	31,2521	28,6651	6,69%
	Textiles	-	-	-	-	-
	Orgánico	32,1511	62,4120	42,4511	32,4871	65,96%
	Plástico	90,4511	92,4511	92,2241	-	11,35%
	V. Desechable	-	-	-	-	-

	Tetrabrick	90,4125	101,5412	99,4511	-	18,78%
SR 26-04	Papel y Cartón	30,4125	35,2272	34,2171	33,5412	20,98%
	Textiles	-	-	-	-	-
	Orgánico	41,5481	49,7110	44,2100	42,0285	67,39%
	Plástico	90,4112	94,3120	93,1510	-	29,76%
	V. Desechable	85,4211	89,5482	86,6542	-	70,12%
	Tetrabrick	83,4512	93,2115	93,0125	-	2,04%

Muestra	Tipo de Residuo	Peso del Crisol (g)	Peso Crisol + Muestra Húmedo (g)	Peso Crisol + Muestra Seco (g)	Peso Crisol + Muestra Calcinado (g)	Humedad
SR 01-05	Papel y Cartón	30,4785	36,7151	34,1128	30,8543	41,73%
	Textiles	-	-	-	-	-
	Orgánico	32,4541	48,5211	47,5121	33,2115	6,28%
	Plástico	93,1251	100,0215	99,4152	-	8,79%
	V. Desechable	-	-	-	-	-
	Tetrabrick	80,4122	90,4518	88,4511	-	19,93%
SR 02-05	Papel y Cartón	85,1254	96,4522	93,4511	86,6418	26,50%
	Textiles	90,5123	98,4511	95,4511	90,9844	37,79%
	Orgánico	105,4510	142,1541	111,1842	106,5420	84,38%
	Plástico	90,7557	95,4728	94,7339	-	15,66%
	V. Desechable	96,4511	98,1577	98,0582	-	5,83%
	Tetrabrick	83,4512	93,4518	91,4215	-	20,30%
SR 05-05	Papel y Cartón	45,4210	48,5421	47,8425	46,8721	22,42%
	Textiles	30,4125	35,4581	34,4518	30,5811	19,94%
	Orgánico	41,5128	62,3581	53,4512	41,9851	42,73%
	Plástico	80,2215	82,8751	81,2210	-	62,33%
	V. Desechable	90,4513	92,6451	92,2148	-	19,61%
	Tetrabrick	-	-	-	-	-
	Otros	-	-	-	-	-
SR 07-05	Papel y Cartón	29,4511	32,1150	32,0215	30,2871	3,51%
	Textiles	-	-	-	-	-
	Orgánico	41,5781	51,4811	42,4511	41,9811	91,18%
	Plástico	30,5721	31,8481	31,0845	-	59,84%
	V. Desechable	-	-	-	-	-
	Tetrabrick	-	-	-	-	-
SR 09-05	Papel y Cartón	40,1515	46,2785	45,2215	40,2581	17,25%
	Textiles	30,2278	32,4511	32,2215	30,8744	10,33%
	Orgánico	37,3266	51,2316	40,3869	37,7138	77,99%
	Plástico	80,2215	84,2571	82,4116	-	45,73%
	V. Desechable	85,1411	88,2541	87,4511	-	25,80%
	Tetrabrick	-	-	-	-	-
	Mezcla	-	-	-	-	-

SR 11-05	Papel y Cartón	40,2215	43,4151	42,4581	40,8451	29,97%
	Textiles	33,4581	37,2141	36,7812	34,2215	11,53%
	Orgánico	41,5288	52,5481	45,8126	43,2218	61,12%
	Plástico	95,2210	98,2210	98,1051	-	3,86%
	V. Desechable	85,0512	87,2140	87,1204	-	4,33%
	Tetrabrick	-	-	-	-	-
	Mezcla	45,8422	66,2471	51,5481	48,5481	72,04%
SR 23-05	Papel y Cartón	33,4711	40,1875	37,8452	34,7812	34,87%
	Textiles	40,2218	51,2271	48,5187	41,4812	24,61%
	Orgánico	43,2518	53,1248	45,6581	43,8452	75,63%
	Plástico	90,4513	94,1521	93,1512	-	27,05%
	V. Desechable	92,4518	95,2271	94,4512	-	27,96%
	Tetrabrick	-	-	-	-	-
	Mezcla	45,1842	62,1518	48,5188	45,8751	80,35%

Muestra	Tipo de Residuo	Peso del Crisol (g)	Peso Crisol + Muestra Húmedo (g)	Peso Crisol + Muestra Seco (g)	Peso Crisol + Muestra Calcinado (g)	Humedad
SR 01-06	Papel y Cartón	35,1215	37,1511	37,0147	36,4125	6,72%
	Textiles	32,1845	36,2218	36,0161	32,8451	5,09%
	Orgánico	35,1217	48,2587	41,6207	38,1850	50,53%
	Plástico	83,1241	89,4151	89,2010	-	3,40%
	V. Desechable	80,5421	83,2541	82,2154	-	38,30%
	Tetrabrick	92,4518	97,4162	97,2054	-	4,25%
	Mezcla	45,2231	65,8125	55,6581	46,8121	49,32%
SR 05-06	Papel y Cartón	45,5076	63,2541	61,8751	46,7851	7,77%
	Textiles	32,4711	41,8511	39,4517	33,4588	25,58%
	Orgánico	33,7420	58,5702	36,1481	34,0218	90,31%
	Plástico	85,0175	90,4511	89,4511	-	18,40%
	V. Desechable	89,2110	92,0416	92,0125	-	1,03%
	Tetrabrick	87,1120	107,4617	103,4110	-	19,91%
	Mezcla	45,1786	83,1451	60,4118	46,0548	59,88%
SR 06-06	Papel y Cartón	31,2851	36,8974	36,0214	32,2257	15,61%
	Textiles	37,0584	45,0825	44,5032	37,7863	7,22%
	Orgánico	30,4511	56,8122	41,9234	36,4812	56,48%
	Plástico	90,2238	95,5471	94,4876	-	19,90%
	V. Desechable	103,5271	107,6384	107,3094	-	8,00%
	Tetrabrick	-	-	-	-	-
	Mezcla	-	-	-	-	-
SR 07-06	Papel y Cartón	26,4157	29,5482	29,2605	27,4430	9,18%
	Textiles	-	-	-	-	-
	Orgánico	81,4752	112,6410	92,1410	86,2142	65,78%
	Plástico	81,2037	83,2054	82,4056	-	39,96%

	V. Desechable	-	-	-	-	-
	Tetrabrick	63,4712	73,4152	71,5486	-	18,77%
	Mezcla	50,4123	86,1563	61,5420	51,4262	68,86%
SR 08-06	Papel y Cartón	30,2541	35,6811	34,5120	31,0585	21,54%
	Textiles	33,4521	39,2275	36,8423	33,6811	41,30%
	Orgánico	30,2216	53,4516	38,4512	30,5874	64,57%
	Plástico	60,5479	65,4126	64,2845	-	23,19%
	V. Desechable	85,2685	88,9631	88,8752	-	2,38%
	Tetrabrick	93,2475	106,1852	105,5748	-	4,72%
	Mezcla	83,4512	126,6482	105,4452	86,3115	49,08%
SR 09-06	Papel y Cartón	33,4521	39,4750	39,0364	35,5120	7,28%
	Textiles	40,5471	50,4856	47,4911	40,8452	30,13%
	Orgánico	36,4845	65,8752	43,5726	38,5247	75,88%
	Plástico	75,6811	86,8426	85,6421	-	10,76%
	V. Desechable	-	-	-	-	-
	Tetrabrick	-	-	-	-	-
	Mezcla	90,5621	125,8642	103,5470	94,5862	63,22%
SR 10-06	Papel y Cartón	32,5482	38,4752	37,8563	32,7869	10,44%
	Textiles	33,4578	41,5472	40,4785	35,2472	13,21%
	Orgánico	37,8551	51,6481	41,6812	38,0628	72,26%
	Plástico	90,4752	99,0856	98,4526	-	7,35%
	V. Desechable	90,4581	94,7562	94,6512	-	2,44%
	Tetrabrick	70,5482	76,9842	75,6820	-	20,23%
	Mezcla	40,2587	65,4872	53,5481	42,1582	47,32%
SR 11-06	Papel y Cartón	33,4775	37,5851	36,8459	34,4885	18,00%
	Textiles	37,6744	56,1724	52,5848	37,8122	19,39%
	Orgánico	45,2278	69,4581	53,4751	47,5412	65,96%
	Plástico	90,2756	96,0586	95,1826	-	15,15%
	V. Desechable	-	-	-	-	-
	Tetrabrick	90,5874	105,5933	104,2269	-	9,11%
	Mezcla	101,3266	155,0253	118,1063	103,5370	68,75%
ZB12-06	Papel y Cartón	36,4857	41,8452	41,4543	37,4510	7,29%
	Textiles	51,5823	61,2512	60,4820	51,6812	7,96%
	Orgánico	40,3385	71,6482	51,6148	41,5812	63,98%
	Plástico	95,6755	101,6381	101,5105	-	2,14%
	V. Desechable	103,6481	118,5180	116,4810	-	13,70%
	Tetrabrick	103,5789	116,7842	115,5871	-	9,07%
	Mezcla	35,1481	63,4872	42,7851	39,4851	73,05%
SR 13-06	Papel y Cartón	33,4875	43,4528	41,6148	34,4510	18,44%
	Textiles	30,4852	34,8755	33,5410	31,8654	30,40%
	Orgánico	40,6857	66,8752	42,6941	40,8451	92,33%
	Plástico	87,8452	93,4884	92,2142	-	22,58%
	V. Desechable	90,8270	97,8433	95,7034	-	30,50%

	Tetrabrick	105,9751	118,9861	116,8751	-	16,22%
	Mezcla	35,8752	67,8461	42,6823	39,4521	78,71%
SR 14-06	Papel y Cartón	40,8210	45,8127	41,5199	41,0513	86,00%
	Textiles	31,8541	33,6842	33,1284	31,8941	30,37%
	Orgánico	34,9841	55,2553	39,1912	35,6483	79,25%
	Plástico	90,4521	92,8750	92,6531	-	9,16%
	V. Desechable	-	-	-	-	-
	Tetrabrick	-	-	-	-	-
	Mezcla	45,6812	73,4511	52,2185	46,8451	76,46%
SR 15-06	Papel y Cartón	33,4512	39,6471	39,0275	33,4658	10,00%
	Textiles					
	Orgánico	35,4811	67,4152	44,4841	35,1823	71,81%
	Plástico	80,4125	93,7452	92,4125	-	10,00%
	V. Desechable				-	
	Tetrabrick	-	-	-	-	-
	Mezcla	40,4811	63,1257	43,4158	40,6815	87,04%
SR 16-06	Papel y Cartón	30,4511	38,9452	33,4821	30,8520	64,32%
	Textiles	50,4812	59,1482	54,6481	52,6420	51,92%
	Orgánico					
	Plástico	100,8452	112,5482	110,4582	-	17,86%
	V. Desechable				-	
	Tetrabrick	-	-	-	-	-
	Mezcla	60,4512	78,6412	70,4523	61,5140	45,02%
SR 17-06	Papel y Cartón	31,4822	37,1575	36,1299	32,0842	18,11%
	Textiles	33,0267	53,1482	50,1478	44,8452	14,91%
	Orgánico					
	Plástico				-	
	V. Desechable	40,4812	45,1840	45,0218	-	3,45%
	Tetrabrick	75,5481	96,1451	95,4512	-	3,37%
	Mezcla	40,5842	63,1811	50,4512	43,1522	56,33%
SR 18-06	Papel y Cartón	27,6482	31,4581	30,4581	27,9651	26,25%
	Textiles	50,4518	56,4812	53,1446	50,8940	55,34%
	Orgánico					
	Plástico	80,5781	96,6481	95,4182	-	7,65%
	V. Desechable	90,3112	99,4812	98,4515	-	11,23%
	Tetrabrick	103,5482	116,4781	114,6280	-	14,31%
	Mezcla	35,4518	75,1452	45,1548	38,2175	75,56%
SR 19-06	Papel y Cartón	33,4512	36,4512	35,0248	34,1512	47,55%
	Textiles	-	-	-	-	-
	Orgánico	33,4586	67,4580	43,2158	35,4691	71,30%
	Plástico	90,4512	97,4516	96,7513		10,00%
	V. Desechable	70,8453	75,1698	74,6812	-	11,30%
	Tetrabrick	-	-	-	-	-
	Mezcla	40,5175	73,4885	43,2158	40,5480	91,82%

SR 20-06	Papel y Cartón	30,4521	40,5130	39,1512	31,4826	13,54%
	Textiles					
	Orgánico					
	Plástico	90,2763	94,7501	93,4756	-	28,49%
	V. Desechable	91,4582	95,1866	95,0358	-	4,04%
	Tetrabrick	95,1766	112,6586	110,6580	-	11,44%
	Mezcla	45,8152	73,4511	49,8512	46,8451	85,40%
SR 21-06	Papel y Cartón	25,4512	35,4522	34,8516	26,4856	6,01%
	Textiles					
	Orgánico	30,4528	63,4852	40,2586	33,4582	70,31%
	Plástico	90,3594	110,4539	107,4658	-	14,87%
	V. Desechable				-	
	Tetrabrick	-	-	-	-	-
	Mezcla	45,1528	63,4582	48,5812	46,8523	81,27%
SR 22-06	Papel y Cartón	35,4512	37,4896	37,0526	35,8751	21,44%
	Textiles	30,4589	33,4820	32,1258	31,2488	44,86%
	Orgánico	40,8512	60,4852	43,4896	41,6189	86,56%
	Plástico	100,6582	110,6950	107,6852	-	29,99%
	V. Desechable	90,5863	96,5842	95,9614	-	10,38%
	Tetrabrick	-	-	-	-	-
	Mezcla	35,1297	56,2183	43,6912	36,6885	59,40%
SR 23-06	Papel y Cartón	36,5996	43,8396	40,4583	37,8462	46,70%
	Textiles	-	-	-	-	-
	Orgánico	35,4526	60,4853	47,0811	38,4526	53,55%
	Plástico	85,6275	90,4583	87,6932	-	57,24%
	V. Desechable	85,4596	89,6812	87,5812	-	49,74%
	Tetrabrick	90,4523	115,6947	113,6523	-	8,09%
	Mezcla	45,5866	56,6982	50,6812	48,6952	54,15%
SR 24-06	Papel y Cartón	31,4583	35,4862	34,9687	32,4582	12,85%
	Textiles					
	Orgánico					
	Plástico	90,4583	98,6582	97,8620	-	9,71%
	V. Desechable	103,6852	113,5845	110,6852	-	29,29%
	Tetrabrick	95,6822	110,7470	109,8591	-	5,89%
	Mezcla	75,6848	89,6453	80,4591	77,6582	65,80%
SR 25-06	Papel y Cartón	36,7053	43,1468	42,4198	37,1740	11,29%
	Textiles	39,4528	44,6947	43,8659	40,6950	15,81%
	Orgánico	30,5286	38,9956	35,4865	34,6581	41,44%
	Plástico	90,4856	97,8652	95,6815	-	29,59%
	V. Desechable	98,4582	119,6581	113,5482	-	28,82%
	Tetrabrick	85,6942	90,4589	89,4537	-	21,10%
	Mezcla	51,9433	68,5486	63,5182	59,2558	30,29%
SR 26-06	Papel y Cartón	30,4826	37,8930	36,4820	31,6486	19,04%
	Textiles	-	-	-	-	-

	Orgánico	33,4582	45,3982	40,8863	39,4529	37,79%
	Plástico	87,6582	93,4865	90,8560	-	45,13%
	V. Desechable	90,4852	98,7340	96,4825	-	27,29%
	Tetrabrick	-	-	-	-	-
	Mezcla	60,4582	75,6528	63,4582	62,3952	80,26%
SR 27-06	Papel y Cartón	45,3865	51,5845	47,8522	46,6480	60,22%
	Textiles	33,4581	41,5186	37,5966	35,8530	48,66%
	Orgánico	40,6578	60,7859	51,5826	45,5812	45,72%
	Plástico	90,5823	95,5180	91,5482	-	80,43%
	V. Desechable	53,5852	73,4582	69,4586	-	20,13%
	Tetrabrick	75,6842	95,6821	93,2150	-	12,34%
	Mezcla	45,6812	51,6485	48,6482	45,9632	50,28%
SR 28-06	Papel y Cartón	40,8456	51,5482	48,6816	43,6582	26,78%
	Textiles	30,4597	39,6277	38,5781	36,7859	11,45%
	Orgánico	45,6916	75,6815	53,6842	49,6482	73,35%
	Plástico	89,7812	94,6811	90,4582	-	86,18%
	V. Desechable	89,6581	93,6482	91,2852	-	59,22%
	Tetrabrick	103,6458	115,6943	112,6482	-	-
	Mezcla	42,6458	52,6458	49,6822	45,6182	29,64%
SR 29-06	Papel y Cartón	32,8561	42,3209	38,6451	34,6488	38,84%
	Textiles	-	-	-	-	-
	Orgánico	40,3951	65,6592	50,4586	45,2397	60,17%
	Plástico	90,6281	98,6482	95,6182	-	37,78%
	V. Desechable	100,2367	119,6872	115,6942	-	20,53%
	Tetrabrick	-	-	-	-	-
	Mezcla	45,6948	65,6812	53,6948	50,6480	59,97%
SR 30-06	Papel y Cartón	35,4132	43,6811	37,6488	36,6512	72,96%
	Textiles	45,6911	53,1471	50,4581	46,2580	36,06%
	Orgánico	32,1582	61,2518	49,6510	35,6782	39,87%
	Plástico	110,6280	135,9675	132,5482	-	13,49%
	V. Desechable	90,5742	110,5810	105,6812	-	24,49%
	Tetrabrick	107,5182	114,6812	113,6948	-	13,77%
	Mezcla	45,5481	56,5482	50,4811	49,6641	55,15%

Anexo No. 2 DATOS MUESTRAS ET1

Muestra	Tipo de Residuo	Peso del Crisol (g)	Peso Crisol + Muestra Húmedo (g)	Peso Crisol + Muestra Seco (g)	Peso Crisol + Muestra Calcinado (g)	Humedad
ZB 01-04	Papel y Cartón	36,5428	59,2461	55,2481	37,5125	17,61%
	Textiles	41,6545	46,2587	45,6152	41,8756	13,98%
	Orgánico	35,5452	65,2456	43,2456	37,2547	74,07%
	Plástico	95,6521	105,2545	104,5384	-	7,46%

	V. Desechable	93,2542	97,1546	96,7515	-	10,34%
	Tetrabrick	-	-	-	-	-
	Otros	-	-	-	-	-
ZB 03-04	Papel y Cartón	35,6584	50,3451	48,0575	36,0184	15,58%
	Textiles	33,5425	39,4512	39,0000	33,6210	7,64%
	Orgánico	40,5452	56,6512	50,6545	41,6584	37,23%
	Plástico	70,2685	74,6521	74,3045		7,93%
	Metal	10,5680	-	-	-	-
	Pañales	93,5541			-	0,00%
	V. Desechable	-	-	-	-	-
Tetrabrick	88,6542	120,5487	117,1024	-	10,81%	
ZB 05-04	Papel y Cartón	35,5642	42,2452	41,0125	35,9657	18,45%
	Textiles	45,6257	65,6820	62,7851	46,1248	14,44%
	Orgánico	31,2845	49,5452	39,1542	31,3445	56,90%
	Plástico	43,5421	45,9542	45,6631	-	12,07%
	Metal	25,6581			-	0,00%
	Pañales	78,6523	-	-	-	-
	V. Desechable	95,5452	100,5452	99,5452	-	20,00%
	Tetrabrick	84,3561	100,6540	96,7542	-	23,93%
	Otros	-	-	-	-	-
ZB 08-04	Papel y Cartón	35,5487	38,5421	37,8658	35,7561	22,59%
	Textiles	33,4154	35,6451	35,6173	34,5452	1,25%
	Orgánico	35,4521	46,4542	37,5422	35,6875	81,00%
	Plástico	31,2578	33,8751	33,7754	-	3,81%
	Metal	25,6580			-	0,00%
	Pañales	95,0584	-	-	-	-
	V. Desechable	55,6581	56,5481	56,2154	-	37,38%
	Tetrabrick	-	-	-	-	-
ZB 11-04	Papel y Cartón	31,5481	39,4815	36,8751	32,5482	32,85%
	Textiles	35,6485	42,5482	42,0578	36,0845	7,11%
	Orgánico	31,5452	56,7548	33,5425	31,9854	92,08%
	Plástico	37,4308	39,2490	38,9913	-	14,17%
	Pañales	97,7912	417,9800	227,3186	-	59,55%
	V. Desechable	37,6114	39,0545	38,9198	-	9,33%
	Vidrio	95,5323	206,9795	202,9821	-	3,59%
	Otros	-	-	-	-	-
ZB 15-04	Papel y Cartón	37,4346	40,4430	40,0693	37,6737	12,42%
	Textiles	-	-	-	-	-
	Orgánico	30,5482	35,5458	33,2452	30,6582	46,03%
	Plástico	55,5482	61,5482	60,6500	-	14,97%
	Metal	15,6823	-	-	-	-
	Pañales	98,4520	-	-	-	-
	V. Desechable	87,5426	90,5486	90,1569	-	13,03%

	Tetrabrick	-	-	-	-	-
	Otros	-	-	-	-	-

Muestra	Tipo de Residuo	Peso del Crisol (g)	Peso Crisol + Muestra Húmedo (g)	Peso Crisol + Muestra Seco (g)	Peso Crisol + Muestra Calcinado (g)	Humedad
	Papel y Cartón	35,1587	45,2785	42,3658	36,2785	28,78%
	Textiles	31,5482	33,2548	32,5482	31,7518	41,40%
	Orgánico	33,2785	51,6548	35,2854	34,4520	89,08%
	Plástico	80,3594	86,5487	84,3586	-	35,39%
	Metal	15,6582	-	-	-	-
	V. Desechable	-	-	-	-	-
	Tetrabrick	-	-	-	-	-
	Otros	-	-	-	-	-
ZB 07-05	Papel y Cartón	33,5186	39,2856	37,2865	33,8691	34,66%
	Textiles	-	-	-	-	-
	Orgánico	33,5786	46,8421	37,6548	34,5486	69,27%
	Plástico	87,6512	92,5485	91,2578	-	26,36%
	V. Desechable	75,6894	77,6598	77,4526	-	10,52%
	Tetrabrick	-	-	-	-	-
	Otros	-	-	-	-	-
ZB 10-05	Papel y Cartón	33,5452	37,2568	36,4586	33,9475	21,51%
	Textiles	33,6458	35,6859	35,6087	33,7856	3,78%
	Orgánico	35,6548	55,6584	41,6526	35,6780	70,02%
	Plástico	80,6548	83,2592	83,0958	-	6,27%
	V. Desechable	90,5481	114,5482	109,5482	-	20,83%
	Tetrabrick	82,6581	92,5482	91,6542	-	9,04%
	Otros	-	-	-	-	-
ZB 13-05	Papel y Cartón	33,5451	37,5481	37,0582	33,6984	12,24%
	Textiles	-	-	-	-	-
	Orgánico	35,8461	40,2859	36,5481	35,9845	84,19%
	Plástico	75,6894	83,6482	83,4597	-	2,37%
	V. Desechable	70,5482	73,6748	73,4842	-	6,10%
	Tetrabrick	-	-	-	-	-
	Otros	-	-	-	-	-
ZB 16-05	Papel y Cartón	30,4529	39,6485	37,8485	31,4581	19,57%
	Textiles	-	-	-	-	-
	Orgánico	35,6485	58,6482	41,5426	37,5482	74,37%
	Plástico	90,5485	97,5426	95,4861	-	29,40%
	V. Desechable	-	-	-	-	-
	Tetrabrick	-	-	-	-	-

	Otros	-	-	-	-	-
ZB 17-05	Papel y Cartón	33,2865	35,5182	35,3082	33,5026	9,41%
	Textiles	35,5486	39,5486	39,2458	35,8751	7,57%
	Orgánico	35,5482	64,5182	41,5482	36,5187	79,29%
	Plástico				-	
	V. Desechable	-	-	-	-	-
	Tetrabrick	92,1512	102,5182	100,6582	-	17,94%
ZB 19-05	Otros	-	-	-	-	-
	Papel y Cartón	32,5482	34,6581	34,4258	32,6845	11,01%
	Textiles	33,4582	36,4851	36,4512	33,5872	1,12%
	Orgánico	30,5182	60,5482	34,5483	30,6841	86,58%
	Plástico				-	
	V. Desechable	80,5482	87,6482	85,6485	-	28,16%
	Tetrabrick	90,8548	100,5482	99,6484	-	9,28%
	Otros	-	-	-	-	-

Muestra	Tipo de Residuo	Peso del Crisol (g)	Peso Crisol + Muestra Húmedo (g)	Peso Crisol + Muestra Seco (g)	Peso Crisol + Muestra Calcinado (g)	Humedad
ZB 01-06	Papel y Cartón	32,5482	40,2647	37,9851	32,8532	29,54%
	Textiles	30,2450	39,6482	36,6481	30,4521	31,91%
	Orgánico	33,2481	61,5485	39,4851	33,8631	77,96%
	Plástico	91,5482	96,6480	95,6480	-	19,61%
	V. Desechable	-	-	-	-	-
	Tetrabrick	82,5481	88,6481	88,0648	-	9,56%
	Mezcla	43,5482	65,4581	60,5425	44,0241	22,44%
ZB 05-06	Papel y Cartón	34,5482	37,4812	36,8547	34,8452	21,36%
	Textiles	32,2194	39,1119	38,7467	32,3182	5,30%
	Orgánico	40,5681	72,5482	68,4851	41,2247	12,71%
	Plástico	92,8421	102,5482	100,8450	-	17,55%
	V. Desechable	98,4851	103,5482	102,5482	-	19,75%
	Tetrabrick	85,5482	105,6481	101,5487	-	20,40%
	Mezcla	40,2855	71,5484	43,1154	41,5818	90,95%
ZB 06-06	Papel y Cartón	30,1548	35,5482	34,7484	31,4570	14,83%
	Textiles	41,5482	49,8751	46,4112	41,7841	41,60%
	Orgánico	35,8486	67,5782	46,5182	36,7850	66,37%
	Plástico	87,6581	104,5481	103,5481	-	5,92%
	Metal	-	-	-	-	-
	Pañales				-	
	V. Desechable	75,6482	80,4825	79,0284	-	30,08%
	Tetrabrick	-	-	-	-	-
Vidrio				-		

	Otros	-	-	-	-	-
	Orgánico G	101,3202	156,1414	114,2210		
	Mezcla	90,8472	130,4828	106,5481	102,5180	60,39%
ZB 07-06	Papel y Cartón	31,8964	35,4821	34,9481	31,9945	14,89%
	Textiles	50,6814	58,6481	56,5810	52,1542	-
	Orgánico	33,5474	41,5488	34,5638	33,7691	87,30%
	Plástico				-	
	V. Desechable				-	
	Tetrabrick	99,4389	114,5395	111,4249	-	20,63%
	Mezcla	44,2754	61,1103	51,6742	44,8751	56,05%
ZB 08-06	Papel y Cartón	35,2468	37,0198	36,4521	35,3193	32,02%
	Textiles	38,9638	44,0158	43,7919	38,9954	4,43%
	Orgánico	39,4915	88,9997	56,7385	41,8809	65,16%
	Plástico	93,8740	95,9172	95,6826	-	11,48%
	Pañales	90,8413	155,2344	112,9714	-	65,63%
	V. Desechable	63,0640	65,3096	64,9967	-	13,93%
	Tetrabrick	95,7202	105,9982	105,0652	-	9,08%
	Mezcla	103,6077	157,5284	125,6293	104,7293	59,16%
ZB 09-06	Papel y Cartón	40,5484	46,7821	46,2514	42,8751	8,51%
	Textiles	35,7812	42,7896	42,1054	37,5482	9,76%
	Orgánico	30,2751	61,8572	41,2581	32,5482	65,22%
	Plástico	90,5712	96,0578	95,7257	-	6,05%
	V. Desechable				-	
	Tetrabrick	-	-	-	-	-
	Mezcla					
ZB 10-06	Papel y Cartón	35,5812	37,5210	37,3864	36,7515	6,94%
	Textiles	33,4528	45,9851	45,8751	33,8752	0,88%
	Orgánico	30,4528	52,4852	34,5842	30,5782	81,25%
	Plástico	85,4085	100,5482	100,0548	-	3,26%
	V. Desechable	92,6482	96,5821	96,4274	-	3,93%
	Tetrabrick	-	-	-	-	-
	Mezcla	45,6845	75,8450	54,6815	43,5842	70,17%
ZB 11-06	Papel y Cartón	35,8485	36,9864	36,4528	35,9861	46,89%
	Textiles	33,1087	38,3057	37,5047	34,2741	15,41%
	Orgánico					
	Plástico	100,4582	106,4750	105,7521	-	12,01%
	Pañales	105,8482			-	0,00%
	V. Desechable	86,5480	90,0842	89,8751	-	5,91%
	Tetrabrick	-	-	-	-	-
	Mezcla	70,5861	92,4821	80,8752	73,5482	53,01%
ZB 12-06	Papel y Cartón	30,2584	40,8475	40,2458	30,8751	5,68%
	Textiles	35,8752	38,4872	38,2108	36,5841	10,58%
	Orgánico	40,5536	57,2940	45,2180	40,7463	72,14%

	Plástico					
	V. Desechable	92,6475	100,8511	97,8542	-	36,53%
	Tetrabrick	90,0452	103,2751	101,5481	-	13,05%
	Vidrio	0,0000	56,6894		-	100,00%
	Mezcla	43,5172	66,7581	56,6482	46,5840	43,50%
ZB 13-06	Papel y Cartón	40,5515	45,8565	44,4183	40,9681	27,11%
	Textiles	40,6610	48,0137	47,0658	41,0251	12,89%
	Orgánico	32,1051	52,1052	35,4210	33,4521	83,42%
	Plástico	92,3151	96,6452	96,0548	-	13,63%
	V. Desechable	70,4512	74,2151	73,9511	-	7,01%
	Tetrabrick	41,5481	48,6510	46,9184	-	24,39%
	Mezcla	105,4851	136,4501	115,2587	106,4510	68,44%
ZB 14-06	Papel y Cartón	33,4511	36,2745	36,0472	33,6481	8,05%
	Textiles	36,9003	43,8279	41,4301	37,2275	34,61%
	Orgánico	33,4511	53,1511	43,1511	40,2451	50,76%
	Plástico	110,5421	122,7450	121,9874	-	6,21%
	V. Desechable	95,4517	100,4771	100,0341	-	8,82%
	Tetrabrick	-	-	-	-	-
	Mezcla	46,5481	63,4871	52,1411	46,9811	66,98%
ZB 15-06	Papel y Cartón	35,2214	39,4110	38,0177	36,1120	33,26%
	Textiles	37,6910	41,8020	41,6342	37,7511	4,08%
	Orgánico	35,4612	56,5400	38,3201	35,6453	86,44%
	Plástico				-	
	V. Desechable	85,4511	84,2511	84,2651	-	1,17%
	Tetrabrick	72,4112	79,4112	78,4411	-	13,86%
	Mezcla	41,2511	61,2411	50,1441	42,1411	55,51%
ZB 16-06	Papel y Cartón	41,5421	42,1411	42,0102	41,7445	21,85%
	Textiles					
	Orgánico	45,1127	71,1411	50,7441	45,8741	78,36%
	Plástico	-	-	-	-	-
	V. Desechable	90,4522	93,4511	93,1181	-	11,10%
	Tetrabrick				-	
	Mezcla	40,2144	61,4711	43,4511	41,9111	84,77%
ZB 17-06	Papel y Cartón	40,5685	42,8877	42,6896	40,9649	8,54%
	Textiles	38,2578	41,3892	40,6677	38,3791	23,04%
	Orgánico	36,6798	54,0203	39,2837	36,8965	84,98%
	Plástico	83,2942	88,3146	88,2251	-	1,78%
	V. Desechable	93,0665	97,0635	96,9634	-	2,50%
	Tetrabrick	95,9794	102,4156	101,3589	-	16,42%
	Mezcla	113,8205	137,4855	122,1573	114,6955	64,77%
ZB 18-06	Papel y Cartón	37,4878	42,7447	42,0356	37,8257	13,49%
	Textiles	39,1059	45,3246	44,7919	39,2760	8,57%
	Orgánico	35,9460	41,7176	39,2855	36,3011	42,14%

	Plástico	82,1801	86,4682	86,4370	-	0,73%
	V. Desechable	-	-	-	-	-
	Tetrabrick	-	-	-	-	-
	Mezcla	43,2210	50,1411	46,1110	43,2327	58,24%
ZB 19-06	Papel y Cartón	35,1120	38,4110	38,0011	35,4110	12,43%
	Textiles	51,4511	56,4112	56,0114	52,0014	8,06%
	Orgánico	30,4122	60,4110	40,0827	31,2010	67,76%
	Plástico				-	
	V. Desechable				-	
	Tetrabrick	-	-	-	-	
ZB 20-06	Mezcla	75,1140	96,1420	81,0214	77,1410	71,91%
	Papel y Cartón	39,4001	49,1120	47,2100	42,1410	19,58%
	Textiles	35,1411	53,7265	51,6582	36,2511	11,13%
	Orgánico	30,2407	60,1410	39,4158	33,4151	69,31%
	Plástico	50,9105	70,1412	68,4110	-	9,00%
	V. Desechable	90,4112	95,1412	98,4045	-	-68,99%
	Tetrabrick	101,3433	117,0964	113,4503	-	23,15%
ZB 21-06	Mezcla	50,4117	78,4515	60,4511	57,6421	64,20%
	Papel y Cartón	40,5875	46,7854	46,0842	41,2855	11,31%
	Textiles	35,5482	45,1158	44,3518	38,5278	7,99%
	Orgánico	42,5178	72,4112	46,5142	43,1512	86,63%
	Plástico	90,5486	95,1411	94,8751	-	5,79%
	V. Desechable	80,4712	92,5147	90,1411	-	19,71%
	Tetrabrick				-	
ZB 22-06	Mezcla	88,0468	135,4372	102,7200	89,3271	69,04%
	Papel y Cartón	30,2241	36,4711	35,1475	31,1241	21,19%
	Textiles	-	-	-	-	-
	Orgánico	40,1542	71,4711	49,4128	42,6411	70,44%
	Pañales	-	-	-	-	-
	V. Desechable	-	-	-	-	-
	Tetrabrick	-	-	-	-	-
ZB 23-06	Mezcla	40,1152	65,1472	45,6481	42,1751	77,90%
	Papel y Cartón	33,4654	37,2854	36,5770	34,9851	18,54%
	Textiles	30,4587	35,1582	34,3651	32,1512	16,88%
	Orgánico	40,5482	52,6842	43,2842	42,6581	77,46%
	Plástico	90,5648	101,2581	100,6581	-	5,61%
	V. Desechable	85,5481	93,4582	90,3651	-	39,10%
	Tetrabrick	-	-	-	-	-
ZB 24-06	Mezcla	60,5482	70,5481	63,9481	61,0587	66,00%
	Papel y Cartón	30,5482	41,2458	35,2151	30,9854	56,37%
	Textiles	30,2548	37,8462	35,5481	32,5411	30,27%
	Orgánico	30,4581	46,6481	39,8425	33,5481	42,04%
	Plástico	75,8150	81,5472	75,8452	-	99,47%

	V. Desechable	40,5781	52,3685	48,5181	-	32,66%
	Tetrabrick	89,4572	115,6481	113,0542	-	9,90%
	Mezcla	60,4581	66,8452	63,5181	61,2541	52,09%
ZB 25-06	Papel y Cartón	30,4851	38,4517	36,1548	32,5120	28,83%
	Textiles	36,6018	41,0113	40,6396	36,6586	8,43%
	Orgánico	30,4587	43,5128	42,7003	32,5184	6,22%
	Plástico	85,5184	87,5248	87,5023	-	1,12%
	V. Desechable	90,5648	95,8423	93,1512	-	50,99%
	Tetrabrick	-	-	-	-	-
	Mezcla	43,5181	65,0512	50,2141	44,6442	68,90%
ZB 26-06	Papel y Cartón	33,4521	36,5452	36,0541	34,5410	15,88%
	Textiles	35,2275	37,4581	36,4810	35,4812	43,80%
	Orgánico	33,5128	55,1581	36,1842	33,9851	87,66%
	Plástico	80,2451	84,2451	83,1542	-	27,27%
	V. Desechable	96,6452	99,5421	98,8941	-	22,37%
	Tetrabrick	-	-	-	-	-
	Mezcla	45,5128	76,1521	50,2151	46,0211	84,65%
ZB 27-06	Papel y Cartón	32,4541	37,4581	36,4811	33,4841	19,52%
	Textiles	35,4512	41,5120	40,5481	36,4811	15,90%
	Orgánico	40,5421	70,5481	50,4810	42,5122	66,88%
	Plástico	97,8452	103,5140	102,1514	-	24,04%
	V. Desechable	95,0451	99,7458	98,9521	-	16,88%
	Tetrabrick	90,5421	100,1025	98,4521	-	17,26%
	Mezcla	50,4521	71,5481	63,1541	52,5481	39,79%
ZB 28-06	Papel y Cartón	35,1541	38,9711	38,7012	37,6243	7,07%
	Textiles	-	-	-	-	-
	Orgánico	30,2513	60,2115	40,2541	33,1512	66,61%
	Plástico	90,4521	92,4541	91,2541	-	59,94%
	V. Desechable	70,5421	73,2151	73,0242	-	7,14%
	Tetrabrick	96,2141	104,5421	103,2411	-	15,62%
	Mezcla	85,5421	96,1521	90,4521	87,5421	53,72%
ZB 29-06	Papel y Cartón	36,4517	42,5421	41,0245	36,5871	24,92%
	Textiles	30,5451	39,4512	32,4541	31,4518	78,57%
	Orgánico	40,9845	72,5421	56,6183	44,6354	50,46%
	Plástico	80,3511	89,5412	88,5412	-	10,88%
	V. Desechable	80,4512	86,4510	85,1510	-	21,67%
	Tetrabrick	-	-	-	-	-
	Mezcla	65,7458	85,4512	73,5412	66,4851	60,44%
ZB 30-06	Papel y Cartón	40,3151	42,4811	42,0548	40,8512	19,68%
	Textiles	-	-	-	-	-
	Orgánico	56,4231	70,4522	60,2141	57,5422	72,98%
	Plástico	85,5411	89,5124	88,4521	-	26,70%
	V. Desechable				-	

	Tetrabrick	-	-	-	-	-
	Mezcla	50,5421	70,5421	62,5411	51,2411	40,01%

Anexo No. 3 FOTOGRAFIAS



Disposición de la muestras en crisoles de 50mL para papel y cartón, materia orgánica y textiles

Disposición de muestras en crisoles de 150 mL para categorías de plástico, vajilla desechable y Tetrabrick.



Una vez que se dispone el material en lo crisoles se procede a aforar material, cabe aclarar que previamente se debe tomar el peso del crisol vacío



Las muestras una vez pesadas deben colocadas en una estufa a 105°C durante 24 horas , una vez pasada las 24 horas se debe pesar nuevamente los crisoles y disponer a la mufla durante 4 horas a 650°C a las categorías correspondientes a papel cartón, textil y materia orgánica



Resultado final correspondiente al proceso de calcinación de las muestras



Fotografías tomadas por: NataliaTobar