

# ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



## FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

“ANÁLISIS DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN  
GENERADOS EN 2 OBRAS CIVILES UBICADAS EN LA CIUDAD  
DE GUAYAQUIL, PROVINCIA DEL GUAYAS”

### TESIS DE GRADO

Previo a la Obtención del Título de:

### **INGENIERA CIVIL**

Presentada por:

María Alejandra Borbor Bajaña  
Denisse Carolina Medina Mite

Guayaquil - Ecuador  
2015

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por ser el pilar fundamental en mi vida y darme las fuerzas para llegar a este momento; A mis padres, por su amor y su apoyo en todo momento, A mis hermanos pues son mi adoración y los amo; A mis profesores, por haber compartido sus conocimientos y experiencias a lo largo de mi etapa de preparación, útiles para arrancar con mi vida profesional. A mi querida Denisse, por apoyarme desde el colegio en todo, por su paciencia y amistad y no podría faltar mi gran amigo Ronny por ser mi apoyo en todo momento.

Ma. Alejandra Borbor

## **AGRADECIMIENTO**

A ti Dios, por hacer esto posible. A mis padres Azucena y Eduardo, porque sus sacrificios me han colocado donde estoy. A mis profesores, por los conocimientos impartidos, en especial a la Ing. Alby Aguilar, por haber sido nuestra guía en este proyecto. A los hermanos que conocí e hicieron inolvidable esta etapa académica. A mi compañera, amiga y hermana Alejandra por sumar una experiencia más a nuestra amistad. A Karen por la inmensa ayuda brindada y a todos quienes nos colaboraron en su momento para llevar a cabo este estudio.

Denisse Medina Mite

## DEDICATORIA

A mi familia, padres, hermanos y tías porque con su amor y apoyo han sido el motor que me impulsó a seguir adelante.

A mi querida ESPOL, pues en sus aulas me permitió prepararme para esta nueva etapa y también hizo posible que conociera a grandes personas que sin temor a equivocarme puedo decir que son muy buenos amigos míos ahora, los cuales permitieron que esta etapa sea además de deberes y estudios, un lugar lleno de memorables recuerdos.

Ma. Alejandra Borbor

## **DEDICATORIA**

Dedicado a mi mamá por el amor que siempre tiene para darme, a mi papá por la sabiduría que me ha transmitido. A mis hermanos por seguir a lado mío, a mi sobrino por llenarnos de alegría. Y a aquellos que ya no me acompañan pero siempre seguirán en mí.

Denisse Medina Mite

# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

---

PRESIDENTE

Ing. Kenny Escobar, M. Sc.

---

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Alby Aguilar Pesantes, M. Sc.

---

VOCAL

Ing. Carlos Rodriguez, PhD

## **DECLARATORIA EXPRESA**

La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

---

María Alejandra Borbor Bajaña

---

Denisse Carolina Medina Mite

## RESUMEN

Debido a la falta de estudio en el área del tratamiento de desechos sólidos de origen constructivo en el país, se plantea monitorear durante dos meses los desechos sólidos generados en dos obras civiles situadas en la ciudad de Guayaquil, provincia del Guayas. Para esto, se procederá a recolectar, clasificar y obtener un pesaje de los desechos de construcción generados en las obras en estudio. El proceso de determinación de la masa de desechos generados se realizará en función de la densidad como propiedad física de los materiales para cuantificar, sin mayor dificultad, el peso de los mismos.

Con los datos obtenidos se presentará un análisis descriptivo de los tipos de desechos encontrados y con estos resultados se evaluará la generación de desechos de acuerdo a las leyes o normas locales y nacionales. Este análisis permitirá conocer el porcentaje de cada material que puede ser destinado a reciclaje y re-utilización y aportar así con información que sirva de base para futuros estudios relacionados con el manejo de desechos.



# INDICE GENERAL

RESUMEN.....	viii
INDICE GENERAL.....	ix
ABREVIATURA Y SIMBOLOGIA.....	xii
INDICE DE FOTOGRAFIAS .....	xiv
INDICE DE GRAFICOS .....	xvi
CAPITULO I	
1. INTRODUCCION .....	1
1.2. Antecedentes.....	3
1.3. Justificación .....	4
1.4. Objetivos.....	6
1.4.1. Objetivo General .....	6
1.4.2. Objetivos Específicos.....	6
CAPITULO II	
2. MARCO TEORICO .....	8
2.1. Definición de Desechos Sólidos .....	9
2.2. Generación de Desechos Sólidos .....	10
2.2.1. Origen .....	10
2.2.2. Tipos .....	12
2.2.3. Etapas de una obra civil que generan desechos solidos .....	15
2.2.4. Factores que afectan la Generación de Desechos Sólidos de Construcción .....	17
2.2.5. Métodos para la Caracterización de Desechos Sólidos .....	18
2.3. Propiedades de los Desechos Sólidos .....	22
2.3.1. Propiedades Físicas de los Desechos Sólidos .....	22
2.3.2. Propiedades Químicas de los Desechos Sólidos.....	25
2.3.3. Propiedades Biológicas de los Desechos Sólidos .....	27
2.4. Gestión de Desechos Sólidos.....	28
2.4.1. Factores Básicos para la Determinación de un Sistema de Gestión de Desechos Sólidos .....	29
2.4.2. Elementos Funcionales en la Gestión de Desechos Sólidos .	30

2.5. Marco Legal.....	40
2.5.1. Constitución de la República del Ecuador.....	40
2.5.2. Ley de Gestión Ambiental.....	41
2.5.3. Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria .....	41
2.5.4. INEN 2841 .....	44

### CAPITULO III

3. METODOLOGIA .....	44
3.1. Introducción .....	44
3.2. Descripción de las Obras Civiles en estudio.....	45
3.2.1. Obra 1: Remodelación Centenario.....	46
3.2.2. Obra 2: Departamentos vía a la Costa.....	48
3.3. Estimación de Cantidades de los Desechos Sólidos Generados .	49
3.3.1. Obra 1: Remodelación Centenario.....	50
3.3.1.1. Puntos de Depósito para Inspección Visual .....	50
3.3.1.2. Reconocimiento de la disposición de los Desechos Sólidos	51
3.3.1.3. Procedimiento para obtener los datos en obra .....	52
3.3.2. Obra 2: Departamentos vía a la Costa.....	54
3.3.2.1. Puntos de Depósito para Inspección Visual .....	55
3.3.2.2. Reconocimiento de la disposición de los Desechos Sólidos	57
3.3.2.3. Procedimiento para obtener los datos en obra .....	58
3.3.2.4. Procedimiento para obtener la densidad del material.....	60
3.3.3. Recopilación de datos para el posterior análisis .....	61

### CAPITULO IV

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	66
4.1. Introducción .....	66
4.2. Peso de los Tipos de Desechos Sólidos .....	67
4.3. Variación de los Tipos de Desechos Sólidos.....	73
4.3.1. Series Temporales para Obra 1: Remodelación Centenario..	74
4.3.2. Series Temporales para Obra 2: Departamentos vía a la Costa	82
4.4. Composición Porcentual de los Desechos Sólidos.....	92

4.4.1.	Gráficos de Pastel para Obra 1: Remodelación Centenario ..	93
4.4.2.	Gráficos de Pastel para Obra 2: Departamentos Vía a la Costa	103
4.5.	Identificación y Aprovechamiento de los materiales que se pueden reciclar .....	113
4.6.	Resultados comparativos entre ambas obras.....	118
4.7.	Análisis de la encuesta emitida a las Constructoras.....	120
CAPITULO V		
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	126
5.1.	Conclusiones .....	126
5.2.	Recomendaciones.....	129
BIBLIOGRAFIA.....		2

## **ANEXOS**

ANEXO A: Encuestas

## ABREVIATURA Y SIMBOLOGIA

<b>TULAS:</b>	Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente
<b>PVC:</b>	Policloruro de Vinilo
<b>pH:</b>	Potencial de hidrogeno
<b>CO<sub>2</sub>:</b>	Dióxido de Carbono
<b>AA.SS. / AA.LL.:</b>	Aguas Servidas. / Aguas Lluvias.
<b>PP:</b>	Polipropileno
<b><i>m<sub>obra</sub></i>:</b>	Masa del material encontrado en obra.
<b><i>ρ<sub>material</sub></i>:</b>	Densidad del material encontrado en obra.
<b><i>V<sub>obra</sub></i>:</b>	Volumen del material encontrado en obra.
<b>ER:</b>	Envase de Resina para empaste
<b>EA:</b>	Envase de Adhesivo para hormigón y mortero
<b>DS:</b>	Desecho Sólido
<b>PET:</b>	Polietileno Tereftalato

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla I:</b> Fuentes de Residuos Sólidos.....	11
<b>Tabla II:</b> Pesos Específicos Típicos.....	23
<b>Tabla III:</b> Porcentaje de los residuos sólidos .....	24
<b>Tabla IV:</b> Empresas Recicladoras en Guayaquil .....	37
<b>Tabla V:</b> Resumen de Leyes citadas que conciernen al manejo y gestión de desechos sólidos en Ecuador, con sus respectivos artículos. ....	45
<b>Tabla VI:</b> Generación por semana de desechos sólidos de origen constructivo, Obra 1. (kg).....	70
<b>Tabla VII:</b> Generación por semana de materiales desechados en construcción, Obra 2. (m <sup>3</sup> y unidades) .....	71
<b>Tabla VIII:</b> Generación por semana de materiales desechados en construcción, Obra 2. (kg).....	72
<b>Tabla IX:</b> Generación por semana de desechos sólidos de origen constructivo, Obra 2. (kg).....	73
<b>Tabla X:</b> Densidad de materiales desechados en la Obra 2. ....	73
<b>Tabla XI:</b> Precios referenciales del mercado para materiales reciclables. ..	117
<b>Tabla XII:</b> Obtención económica de materiales reciclables de Obra 1. ....	118
<b>Tabla XIII:</b> Obtención económica de materiales reciclables de Obra 2. ....	118

## INDICE DE FOTOGRAFIAS

<b>Fotografía 2.1:</b> Madera usada como encofrado en obra.....	12
<b>Fotografía 2.2:</b> Restos de perfiles metálicos.....	13
<b>Fotografía 2.3:</b> Sobrantes de tuberías de plástico.....	13
<b>Fotografía 2.4:</b> Cartón desechado en obra.....	14
<b>Fotografía 2.5:</b> Restos de escombros.....	14
<b>Fotografía 2.6:</b> Deposito de materiales sin previa clasificación.....	34
<b>Fotografía 3.1:</b> Ubicación satelital de Obra 1- Remodelación Centenario .....	47
<b>Fotografía 3.2:</b> Ubicación Satelital de Obra 2- Departamentos vía a la Costa .....	48
<b>Fotografía 3.3:</b> Punto de depósito de los desechos sólidos e Obra 1- Remodelación Centenario.....	51
<b>Fotografía 3.4:</b> Acumulación de desechos sólidos en Obra 1- Remodelación Centenario.....	52
<b>Fotografía 3.5:</b> Revisión del material contenido en sacos .....	53
<b>Fotografía 3.6:</b> Obtención del peso de cartón desechado en obra .....	53
<b>Fotografía 3.7:</b> Edificio B de la Obra 2- Bosques de la Costa .....	56

<b>Fotografía 3.8:</b> Acumulación de desechos en Obra 2- Departamentos Bosques de la Costa .....	57
<b>Fotografía 3.9:</b> Materiales clasificados en obra .....	59
<b>Fotografía 3.10:</b> Medición de aristas .....	59
<b>Fotografía 3.11:</b> Medición de alturas en sacos .....	60
<b>Fotografía 3.12:</b> Medición de aristas del material Bloque de Arcilla .....	61
<b>Fotografía 3.13:</b> Pesaje de la muestra del material Perfil Metálico .....	61

## INDICE DE GRAFICOS

<b>Gráfico 2.1:</b> Clasificación en la fuente de acuerdo a las características de los desechos. ....	35
<b>Gráfico 2.2:</b> Escala de valores desde el punto de salud y contaminación. ..	39
<b>Gráfico 4.1:</b> Serie temporal de Escombros, Obra 1 .....	75
<b>Gráfico 4.2:</b> Serie temporal de la Madera, Obra 1 .....	76
<b>Gráfico 4.3:</b> Serie temporal de los Plásticos, Obra 1 .....	77
<b>Gráfico 4.4:</b> Serie temporal del Cartón, Obra 1.....	78
<b>Gráfico 4.5:</b> Serie temporal del Papel, Obra 1 .....	79
<b>Gráfico 4.6:</b> Serie temporal de la Cerámica, Obra 1 .....	80
<b>Gráfico 4.7:</b> Serie temporal de los Áridos, Obra 1 .....	81
<b>Gráfico 4.8:</b> Serie temporal del total, Obra 1 .....	82
<b>Gráfico 4.9:</b> Serie temporal de Escombros, Obra 2 .....	83
<b>Gráfico 4.10:</b> Serie temporal de la Madera, Obra 2 .....	84
<b>Gráfico 4.11:</b> Serie temporal de los Plásticos, Obra 2 .....	85
<b>Gráfico 4.12:</b> Serie temporal del Cartón, Obra 2.....	86
<b>Gráfico 4.13:</b> Serie temporal del Papel, Obra 2 .....	87
<b>Gráfico 4.14:</b> Serie temporal de Productos Cerámicos, Obra 2.....	88
<b>Gráfico 4.15:</b> Serie temporal de Yeso, Obra 2 .....	89
<b>Gráfico 4.16:</b> Serie temporal de Metal, Obra 2 .....	90
<b>Gráfico 4.17:</b> Serie temporal de Gypsum, Obra 2.....	91



<b>Gráfico 4.18:</b> Serie temporal del total, Obra 2.....	92
<b>Gráfico 4.19:</b> Gráfico de pastel para la semana 1, Obra 1.....	93
<b>Gráfico 4.20:</b> Grafico de pastel para la semana 2, Obra 1.....	94
<b>Gráfico 4.21:</b> Gráfico de pastel para la semana 3, Obra 1.....	95
<b>Gráfico 4.22:</b> Gráfico de pastel para la semana 4, Obra 1.....	96
<b>Gráfico 4.23:</b> Gráfico de pastel para la semana 5, Obra 1.....	97
<b>Gráfico 4.24:</b> Gráfico de pastel para la semana 6, Obra 1.....	98
<b>Gráfico 4.25:</b> Gráfico de pastel para la semana 7, Obra 1.....	99
<b>Gráfico 4.26:</b> Gráfico de pastel para la semana 8, Obra 1.....	100
<b>Gráfico 4.27:</b> Gráfico de pastel para la semana 9, Obra 1.....	101
<b>Gráfico 4.28:</b> Gráfico de pastel del total, Obra 1.....	102
<b>Gráfico 4.29:</b> Gráfico de pastel para la semana 1, Obra 2.....	103
<b>Gráfico 4.30:</b> Gráfico de pastel para la semana 2, Obra 2.....	104
<b>Gráfico 4.31:</b> Gráfico de pastel para la semana 3, Obra 2.....	105
<b>Gráfico 4.32:</b> Gráfico de pastel para la semana 4, Obra 2.....	106
<b>Gráfico 4.33:</b> Gráfico de pastel para la semana 5, Obra 2.....	107
<b>Gráfico 4.34:</b> Gráfico de pastel para la semana 6, Obra 2.....	108
<b>Gráfico 4.35:</b> Gráfico de pastel para la semana 7, Obra 2.....	109
<b>Gráfico 4.36:</b> Gráfico de pastel para la semana 8, Obra 2.....	110
<b>Gráfico 4.37:</b> Gráfico de pastel para la semana 9, Obra 2.....	111
<b>Gráfico 4.38:</b> Gráfico de pastel del total, Obra 2.....	112
<b>Gráfico 4.39:</b> Gráfico de barras pregunta 1 .....	121

<b>Gráfico 4.40:</b> Gráfico de barras pregunta 2 .....	122
<b>Gráfico 4.41:</b> Gráfico de barras pregunta 4 .....	123
<b>Gráfico 4.42:</b> Gráfico de barras pregunta 5 .....	124
<b>Gráfico 4.43:</b> Gráfico de barras pregunta 6 .....	125
<b>Gráfico 4.44:</b> Gráfico de barras pregunta 7 .....	126
<b>Gráfico 4.45:</b> Gráfico de barras pregunta 8 .....	127

# **CAPITULO I**

## **1. INTRODUCCION**

### **1.1. Introducción**

La generación de desechos sólidos es una consecuencia inevitable de las actividades humanas. Para el desarrollo de la humanidad, la construcción y demolición de obras civiles es una de estas actividades.

Los desechos sólidos de origen constructivo son variables en propiedades, características, impactos ambientales, etc. Ya que la construcción, tiene etapas que van desde la adquisición de los

materiales, fabricación de los productos que se requieren, ejecución de la infraestructura de la obra hasta terminar con la implantación de los inmuebles para su acabado, es decir, su proceso constructivo definirá la generación de desechos sólidos.

En su mayoría, los desechos de este origen son inertes, por ejemplo; escombros, restos de madera, varillas de acero, bloques de mampostería, cerámica, tuberías de PVC, etc. De los cuales, la descomposición natural de algunos mencionados necesita de muchos años, pudiendo no presentar serios problemas a la salud directamente, sin embargo, son generados en volúmenes a considerar, y como todo desecho tienen sus etapas de generación, almacenamiento, transformación, transporte y disposición final, los cuales representan gran importancia en la gestión de los residuos.

En la etapa de generación, puede llevarse a cabo la actividad de segregación en la fuente (categorización), en Ecuador esta práctica resulta escasa en la construcción, lo que lleva a un mal manejo de los mismos, ya que la disposición final de los desechos suele ser botaderos o rellenos sanitarios, y sin una previa clasificación, son depositados aquellos cuyo destino pudo ser el reciclaje.

La presencia de los desechos en general significa contaminación y demanda tratamiento para evitar un mayor impacto al medio ambiente. Por ello, planes de manejo de residuos deben ser exigidos al ejecutar obras civiles, pero existe déficit de estos o se encuentran en vías de desarrollo y su cumplimiento no se realiza. Y al encontrarnos con la necesidad de nuevas edificaciones o remodelaciones, es preciso plantearse avances para gestionar esta generación de desechos.

## **1.2. Antecedentes**

El ser humano ha evolucionado con el paso del tiempo y sin ser conocedor de historia, se tiene claro que anteriormente el impacto que tenían sus acciones eran despreciables. Ahora en el siglo XXI a causa de su desarrollo y del crecimiento poblacional, la generación de desechos sólidos requiere una mejor atención.

En Ecuador, la ejecución de obras civiles es la industria que más aporta con el crecimiento económico [1]. Tiene 14,366 establecimientos responsables de este desarrollo, ubicando a la provincia del Guayas en segundo lugar con un 16% de ellos, de acuerdo al análisis sectorial realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos [2].

Las entidades, con responsabilidad mayor a otras, encargadas de regular las consecuencias de esta industria son el Estado, Municipios, Ministerio del Ambiente, y Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), que por ahora, tienen base en la Ley de Gestión Ambiental, Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, y en el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Medio Ambiente (TULAS). Normas cuya primera nombrada es la más antigua, habiendo sido promulgada en 1999, lo que establece la necesidad de desarrollo, pero esto no es posible sin la participación adecuada de quienes llevan a cabo obras civiles.

La atención por parte de los constructores a la generación de desechos sólidos, está siendo citada gracias a los planes de manejo que de a poco se exigen, aunque sea de desechos sólidos comunes y sea empleado mayormente en el sector público. Esto refleja que también puede ser aplicado a aquellos de origen constructivo, basta con implementar y hacer costumbre las prácticas ambientales.

### **1.3. Justificación**

Aunque en los últimos años es muy frecuente escuchar temas relacionados al medio ambiente y se esté inhibiendo una cultura amigable con el planeta, dado que los cambios que sufre son

fácilmente palpables, este campo ambiental está en vías de desarrollo. Un punto de indicar que representa un impacto al medio es la generación de los desechos sólidos, para la comunidad en lo que respecta a su vida cotidiana el conocimiento es escaso, por lo tanto repercute en sus demás actividades.

La construcción de obras civiles, como una de las mayores industrias, produce grandes volúmenes de desechos. Estudios concernientes a desechos sólidos de este origen son pocos, por ello, se plantea el presente trabajo de investigación. Mediante el seguimiento, con duración de dos meses, a dos obras civiles en Guayaquil; dar a conocer de qué manera se lleva la generación de desechos sólidos, obtener un registro de la cantidad de los mismos y presentar un análisis que contribuya a la gestión en futuros proyectos. También se realizará una encuesta a diferentes empresas constructoras para exponer la sensibilidad que tienen las mismas en lo que concierne al manejo de los desechos sólidos.

La base para el desarrollo del tema está en cuantificar la masa de los diferentes materiales que se desechan en obra, para establecer así la presencia de los mismos. Los resultados serán indicadores de como varia la formación de los desechos y de acuerdo a su tipo,

cuales tendrían como disposición final botaderos o rellenos sanitarios, y cuales pudieran ir a recicladoras. Estableciendo de esta forma la importancia de considerar seriamente la generación de desechos sólidos al ejecutar obras civiles.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Realizar un análisis de los desechos sólidos de construcción generados en 2 obras civiles ubicadas en la ciudad de Guayaquil, provincia del Guayas.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

1. Identificar los tipos de desechos sólidos generados en cada una de las obras durante el tiempo de estudio.
2. Cuantificar los desechos sólidos de construcción utilizando la metodología adecuada.
3. Presentar un análisis descriptivo de los desechos generados en obra.



4. Conocer los diferentes destinos que se le puede dar a este tipo de desechos.
5. Evaluar la generación de desechos según las leyes locales o nacionales.
6. Analizar resultados de encuestas realizadas a constructoras en cuanto al manejo de los desechos sólidos generados en obra.

# **CAPITULO II**

## **2. MARCO TEORICO**

Los desechos sólidos se tornan inexistentes para muchos de nosotros porque la única acción que se toma es botarlos, debido a que su presencia resulta incómoda. Se desconoce que así como un producto comercial tiene su proceso para ser generado, los desechos sólidos también cuentan con uno. La generación de estos desechos trae consecuencias importantes como la presencia de vectores, resultado de la acumulación inapropiada; contaminación al ambiente (suelo, agua, aire); disminución de la capacidad de los rellenos sanitarios; etc.

Dado que los desechos son mezclas de diferentes materiales, encontramos en ellos disímiles propiedades, por lo que cabe pensar que se puede presentar distintos procesos para aprovecharlos antes de ser enviados a su disposición final, pero cómo realizar el manejo de los desechos sólidos. Con el progreso del país, se han creado leyes y códigos para la adecuada aplicación de los deberes y derechos del ciudadano, consigo aquellos que conciernen a los desechos sólidos.

Como se puede apreciar, el conocimiento de los desechos sólidos debe de ampliarse y exponer lo necesario para el desarrollo de la investigación. Establecer definiciones, clasificaciones, métodos, normas y demás fundamentos requeridos es el objetivo de este capítulo.

### **2.1. Definición de Desechos Sólidos**

Al citar los desechos sólidos es de esperar una rápida asociación con la palabra basura, ya que es comúnmente usada por quienes no tienen afinidad al tema. Sin embargo, es necesario presentar una definición clara y acorde de los componentes a tratarse en este estudio.

De acuerdo al TULAS se entiende por desecho sólido a todo desperdicio que no presenta riesgo y son producidos por personas

tanto naturales como jurídicas, privadas o públicas, de naturaleza sólida pudiendo ser putrescible (biodegradable) o no. Entrando en este concepto se encuentran también elementos como las cenizas; los productos del barrido de calles, plazas de mercado, playas, ferias populares; aquellos no contaminantes provenientes de hospitales; restos de demolición, etc. [3]

## **2.2. Generación de Desechos Sólidos**

### **2.2.1. Origen**

Es importante tener una clasificación de los desechos sólidos para comprender mejor su gestión. Estos pueden ordenarse por sus propiedades físicas, propiedades biológicas, propiedades químicas, por su utilidad económica, por el tipo de tratamiento y otras categorizaciones más exhaustivas. A pesar de las clasificaciones nombradas, en el presente estudio se considera la clasificación por su origen, ya que se trata de una fuente en particular, que es la ejecución de obras civiles. A continuación se presenta la clasificación de acuerdo a su origen.

**Tabla I:** Fuentes de Residuos Sólidos

<b>Fuente</b>	<b>Instalaciones, actividades o lugares típicos donde se generan los residuos</b>
Residencial	Habitaciones separadas unifamiliares y multifamiliares, departamentos de altura baja, mediana y alta, etc.
Comercial	Tiendas, restaurantes, mercados, edificios de oficinas, hoteles, moteles, imprentas, gasolineras, talleres automotrices, etc.
Institucional	Escuelas, hospitales, prisiones, centros gubernamentales.
Construcción y Demolición	Nuevos sitios de construcción, reparación/renovación de caminos, demolición de construcciones, pavimento roto.
Servicios municipales (excepto instalaciones de tratamiento)	Limpieza de calles, canales, limpieza de tuberías, parques y playas, otras áreas recreativas.
Sitios de planta de tratamiento; incineradores municipales	Procesos de tratamiento de agua, agua residual e industrial, etc.
Residuos Sólidos Municipales	Todas las anteriores
Industrial	Construcción, fabricación, manufactura ligera y pesada, refinerías, plantas químicas, centrales eléctricas, demolición, etc.
Agrícola	Cosechas en campo y en surco, huertas, viñedos, avícolas, ganado, granjas, etc.

**Fuente:** Ingeniería y Ciencias Ambientales  
**Autor:** Mackenzie L. Davis, 2005

### 2.2.2. Tipos

De acuerdo a la clasificación antes establecida, se puede apreciar que mientras en domicilios, los desechos sólidos encontrados son materia orgánica, estos difieren de aquellos provenientes de una industria electrónica, ya que sus desechos serán aparatos de esta tecnología, circuitos, cables, etc. Con esto se entiende que, los tipos de desechos sólidos van a depender del lugar donde se generan. A continuación, se muestra los tipos de residuos sólidos más comúnmente hallados en la actividad de construcción o demolición de obras civiles.

- **Madera:** Proviene mayormente de encofrados.

**Fotografía 2.1:** Madera usada como encofrado en obra.



**Fuente:** Las autoras. 20/10/2014

- **Acero:** Hallado principalmente como varillas de refuerzo y perfiles metálicos.

**Fotografía 2.2:** Restos de perfiles metálicos.



**Fuente:** Las autoras. 21/11/2014

- **Plástico:** Presente como tuberías, envases de aditivos.

**Fotografía 2.3:** Sobrantes de tuberías de plástico.



**Fuente:** Las autoras. 24/10/2014

- **Cartón:** Proveniente de los empaques de diferentes materiales usados en obra como cerámica, accesorios eléctricos y sanitarios.

**Fotografía 2.4:** Cartón desechado en obra.



**Fuente:** Las autoras. 28/11/2014

- **Escombros:** Es el resultado de demoler en obra, podemos encontrar restos de bloques de mampostería, empaste, hormigón, mezclas con cerámica, áridos, etc.

**Fotografía 2.5:** Restos de escombros.



**Fuente:** Las autoras. 20/10/2014



### **2.2.3. Etapas de una obra civil que generan desechos solidos**

La ejecución de obras civiles presenta etapas constructivas, desarrolladas mediante actividades que llevan a la generación de los diferentes tipos de desechos sólidos. Se tiene las etapas de Demolición, Excavación y Construcción descritas a continuación.

- **Demolición**

Proceso en el cual se destruye o derriba una estructura existente, de manera total o parcial para llevar a cabo nuevas construcciones. Se generan desechos como escombros, madera, materiales de acabados, etc.

- **Excavación**

Consiste en la remoción del suelo y se puede dar como Descapote, Excavación y Explanación. El descapote es la actividad de adecuar el terreno retirando el material vegetal. Las excavaciones son el movimiento de tierra para los cimientos, alcantarillas

y otros elementos que queden debajo del nivel del suelo. Y por último la explanación proviene del corte y relleno que definen a los niveles y perfiles.

- **Construcción**

Esta etapa contiene las fases de Estructura, Obra gris, Instalaciones y Acabados. En la primera fase se construyen todos los elementos estructurales de la obra, como plintos, riostras, vigas, columnas, muros, etc. La obra gris comprende la mampostería, soportes horizontales y verticales, cubiertas, etc. Las instalaciones es el grupo de componentes necesarios para implementar los servicios de habitabilidad como electricidad, agua y gas. Y los acabados se derivan de actividades que terminan los detalles de la obra, en donde se usan materiales como pintura, puertas, ventanas, cerámicas, etc.

#### **2.2.4. Factores que afectan la Generación de Desechos Sólidos de Construcción**

Así como la generación de desechos sólidos urbanos se ve afectada por características socioeconómicas, costumbres, condiciones locales, legislación, etc., también existen factores que afectan a los desechos de origen constructivo, como lo son:

- **Factores físicos y geográficos**

Depende de la ubicación de la obra el análisis de la disponibilidad del material, y según el sector, el material que más se utilice será el que predomine al momento de ser considerado como desecho. También según la ubicación se podrá estimar la frecuencia con la que se realice la recolección en la obra.

- **La actitud pública**

La mayoría de las constructoras del país están acostumbradas a manejar sus desechos desde el punto de vista económico, es decir, donde este proceso

represente un menor costo para ellas, por lo cual son muy cerradas a realizar algún tipo de segregación en la fuente a menos de ser obligados por la ley.

- **Tipo de estructura/ tamaño**

Al ser una estructura de mayor o menor tamaño, y dependiendo también del tipo (puentes, vías, edificios, etc.) se afectara directamente a la cantidad de desechos presentes en obra.

- **Tipo de actividad generadora**

De ser la obra de remodelación, los desechos generados en su mayoría presentaran una mezcla de contaminantes, a diferencia de una obra nueva donde los materiales serán más limpios y aptos para un proceso de segregación.

### **2.2.5. Métodos para la Caracterización de Desechos Sólidos**

Para realizar una correcta gestión de desechos es importante la caracterización de los mismos. Esta actividad

tiene como finalidad conocer la composición de los residuos sólidos, para tomar las decisiones más adecuadas en la gestión de los estos [4]. También nos permite identificar las fuentes, características y cantidades de residuos generados, en base a datos recolectados y analizados [5].

Existen diferentes métodos para realizar la caracterización de desechos sólidos. Para los desechos de origen doméstico se usa el método del cuarteo, y para los desechos de origen industrial o comercial se recomienda usar métodos de análisis según la fuente de generación. A continuación se presentan los métodos más utilizados.

- **Inspección visual de materiales**

Es uno de los métodos más conocidos por su antigüedad, su factibilidad permite a simple vista determinar los desechos sólidos generados. Este método tiene como objetivo el realizar una inspección visual de los residuos, teniendo en cuenta parámetros importantes como lo son el día, hora, clima, etc. Se realiza un recorrido por toda la obra observando el

origen de los desechos, su clase, cantidad y también se toman muestras fotográficas.

- **Registros de compras**

Este método permite llevar un control de todo el material en la obra desde el inicio hasta la culminación de la misma. Lo más recomendable es llevar un registro con los totales de compra para agilizar el manejo y evitarse pérdidas de facturas, etc. de esta manera se puede obtener las cantidades de los materiales y un registro ordenado de los mismos.

- **Registro de producción**

Con este método se lleva una relación directa entre el nivel de producción y la cantidad de residuos generados ya que se puede determinar por ejemplo cuantos residuos de madera, plásticos, etc. se genera por cierta cantidad de metros cuadrados avanzados en el día. Este método también ofrece un mayor control interno del flujo de materiales.

- **Registro de recolectores o compradores**

Aquí lo que se busca es tomar en consideración los materiales que pueden ser separados para su venta, como lo son en general la madera, papeles, plásticos, acero, etc. y de esta manera desviarlos del flujo de residuos en general.

- **Método de cuarteo**

El método del cuarteo busca determinar tanto componentes como cantidades de los desechos que han sido generados mediante un proceso que consiste en mezclar la muestra de desechos en un sitio designado, dividirla en cuatro partes iguales hasta que cada una de ellas tenga un tamaño semejante y manipulable, se coloca en bolsas para ser respectivamente pesadas, luego se separan los componentes (se cuenta cuantos hay de cada tipo) y se busca clasificarlos para llevar una contabilidad de los mismos. De esta manera se trabaja en base a porcentajes de cada elemento presente en la muestra total.

## 2.3. Propiedades de los Desechos Sólidos

Las propiedades de los desechos sólidos tienen un papel importante en la selección y el diseño de los sistemas de gestión. Las propiedades de los desechos sólidos se clasifican en 3: físicas, químicas y biológicas.

### 2.3.1. Propiedades Físicas de los Desechos Sólidos

Las propiedades físicas son consideradas aquellas que no cambian la materia, y que pueden ser medidas sin requerir conocimiento sobre la reacción del elemento. Dentro de las propiedades físicas más importantes concernientes a desechos sólidos tenemos el peso específico, el contenido de humedad, tamaño de las partículas, densidad y permeabilidad.

- **Peso Específico y Densidad**

*El peso específico es definido como el peso de un material por unidad de volumen. Estos datos siempre son necesarios para valorar la masa y el volumen total de los residuos que serán gestionados. El peso específico varía notablemente con la localización geográfica, la estación del año y el tiempo de almacenamiento [6].*



La densidad es una medida de cuánto material se encuentra comprimido en un espacio determinado; es la cantidad de masa por unidad de volumen.

En el análisis de desechos sólidos se utilizan unidades de peso específico (gramos/ cm<sup>3</sup>, kilogramos/m<sup>3</sup>, etc.) con los siguientes valores típicos de acuerdo al material.

**Tabla II:** Pesos Específicos Típicos

Tipos de residuos	Peso específico, kg/cm <sup>3</sup>	
	Rango	Típico
Papel	42-131	89
Cartón	42-80	50
Plásticos	42-131	65
Madera	131-320	237
Aluminio	65-240	160
Otros metales	131-1,151	320

**Fuente:** Gestión Integral de Residuos Sólidos

**Autor:** Tchobanoglous George. et. al., 1998

- **Contenido de Humedad**

El contenido de humedad es la cantidad de agua (ya sea libre, capilar e higroscópica) que posee un elemento. Es considerada una propiedad importante ya que ayuda a

conocer el comportamiento del mismo, como por ejemplo sus cambios en el volumen, cohesión, etc.

**Tabla III:** Porcentaje de los residuos sólidos

COMPONENTES	Humedad (%)	
	Sin mezclar	Mezclados
Residuos orgánicos	68	65
Papel y cartón	12	24
Plásticos	1	2
Madera	20	24
Textiles	12	19
Vidrio	2	3
Metales	2	2

**Fuente:** La Enciclopedia del Medio Ambiente Urbano.

- **Tamaño de Partículas**

Otra característica importante en la gestión de los residuos es el tamaño físico de las partículas, esto expresa las proporciones de diversos tamaños que contiene el suelo. Dicha característica determinará las dimensiones de los sistemas de recogida y de los procesos mecánicos de separación.

- **Permeabilidad**

Es la facilidad con que el agua circula a través de los poros de un elemento. Si los poros no se encuentran interconectados no puede existir permeabilidad, es decir, se lo considerara como un elemento impermeable.

### **2.3.2. Propiedades Químicas de los Desechos Sólidos**

Son propiedades distintivas que se observan cuando se forman enlaces químicos entre átomos, formándose con el mismo elemento sustancias nuevas distintas de las originales. Las más conocidas son:

- **Acidez**

Propiedad definida por el pH en un rango de 0 a 7.

- **Reactividad**

Es la capacidad para reaccionar ante la presencia de otras sustancias.

- **Alcalinidad**

Esta propiedad se debe a la presencia de sales y se define como una forma de medir la capacidad de un elemento de neutralizar ácidos. La determinación de la alcalinidad es de gran importancia en los procesos de potabilización del agua. Es fundamental para determinar las cantidades necesarias de cal y carbonato de sodio, logrando la precipitación de las sales de calcio y magnesio.

- **Brillo**

Es una propiedad que tiene relación con la reflexión de la luz en la superficie de un elemento. Su tipo e intensidad depende de la relación de la luz absorbida y la luz reflejada. Será más intenso en elementos con enlaces metálicos (debido a su naturaleza química).

- **Concentración**

Es la proporción que se da al momento de comparar una sustancia capaz de disolverse en una disolución.

- **Conductividad Molar**

Es la capacidad de transporte de corriente eléctrica de un electrolito en una disolución.

### **2.3.3. Propiedades Biológicas de los Desechos Sólidos**

Son propiedades que determinan el aspecto de la materia, con la facultad de afectar la vida en cualquiera de sus posibles aspectos. La característica de mayor importancia en las propiedades biológicas es la biodegradabilidad, la cual consiste en que la mayoría de los componentes orgánicos de la materia pueden ser transformados biológicamente en gases o sólidos orgánicos e inorgánicos en presencia de microorganismos.

Las fracciones más biodegradables son los restos de comida y de jardinería, a los que siguen el papel y cartón, con una degradación más lenta. Por otro lado, los procesos de biodegradación producen gases y otros compuestos que dan lugar a malos olores, característicos de la fermentación de los desechos sólidos.

## 2.4. Gestión de Desechos Sólidos

El objetivo de realizar una gestión de desechos sólidos es el de restringir los elementos generados por actividades de origen humanas, sus efectos sobre la salud y el medio ambiente. Esta disciplina encargada del control, busca *"la selección y aplicación de técnicas, tecnologías y programas de gestión idóneos para lograr metas y objetivos específicos de gestión de residuos"* [5].

La gestión de los desechos se lleva a cabo para recuperar los recursos inherentes de dichos residuos, esto implica tanto estados sólidos como líquidos o gaseosos. Con diferentes métodos se reduce las cantidades de residuos generados, y se administran de una manera adecuada que vaya de la mano con el medio ambiente.

Si se tiene un mal sistema de gestión, esto causa una decadencia en el entorno, debido a la presencia de contaminantes en el aire, agua y suelo. Cuando carecemos de un manejo apropiado de los desechos, se pone en gran peligro la salud de las personas.

### **2.4.1. Factores Básicos para la Determinación de un Sistema de Gestión de Desechos Sólidos**

Los factores básicos se dividen en 2 grupos:

Técnicos como lo son la tasa de generación, composición de los desechos, existencia y/o posible desarrollo de mercados y capacidad tecnológica disponible.

Sociales y Ambientales como son las características propias de la comunidad y de la región (disponibilidad de tierras, recursos humanos, etc.), el impacto socio-económico y el impacto ambiental de la gestión.

La agencia de protección ambiental nos recomienda 4 actividades en orden de jerarquía que se deberían aplicar en el manejo de desechos:

1. Reducción o prevención de residuos
2. Reciclaje y reutilización
3. Transformación
4. Disposición final

La principal actividad a realizar es la reducción de los desechos en la fuente, la cual dependerá de las costumbres y educación de las personas. Lo que se busca es degradar la cantidad de desperdicios generados, o la reutilización de los mismos para darles su máxima utilidad.

Como segunda opción está el reciclaje, el cual es el proceso de transformación de un producto en otro con la utilización de menos recursos. De no poder llevarse a cabo esta actividad, se debe dar tratamientos a los desechos, es decir, obtener de ellos un producto menos dañino con el ambiente y como disposición final un correcto relleno.

#### **2.4.2. Elementos Funcionales en la Gestión de Desechos Sólidos**

La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, Environmental Protection Agency, EPA divide en seis elementos funcionales a la gestión de desechos sólidos, los cuales son:



1. Generación
2. Separación, almacenamiento y procesamiento en la fuente
3. Recolección
4. Separación, procesamiento y transformación
5. Transferencia y transporte
6. Disposición final

### **Generación**

La generación de desechos sólidos es producida por la constante actividad del hombre. En esta primera etapa se identifica a los elementos en general, por no poseer ningún valor y ser desechados, por lo que debemos enfocarnos en la misma en primera instancia. El total de los residuos por actividades como el reciclaje, compostaje, etc. también entra en este campo.

De acuerdo a la Agencia de Protección Ambiental, la reducción en la fuente es la primera actividad a considerar para disminuir los residuos, es decir que la generación es la opción principal a cambiar.

Como beneficio de optar por estas medidas se puede obtener una reducción en los gastos ya que se comprara y desechara elementos en menores proporciones debido a que se prolongara su utilización y también de esta manera se aporta al cuidado y preservación del medio ambiente ya que se reduce la contaminación por la producción de materia prima.

### **Separación, almacenamiento y procesamiento en la fuente**

En la etapa de separación, el generador de residuos sólidos debe seleccionar y clasificar los diferentes desechos que puedan ser reutilizados o almacenados. Para facilitar la separación se cuenta con recipientes de diferentes colores En general se tienen tres recipientes, uno para la materia orgánica, otro para papales o cartón, y el tercero para plásticos

Una práctica sencilla como lo es la segregación en la fuente de los desechos en elementos reciclables y no reciclables, es la clave para asegurar un buen manejo integrado de desechos, ya que se garantiza ser tratados de acuerdo a las características de cada elemento.

Como ventajas de este proceso se puede obtener materiales aptos para el reciclaje en las mejores condiciones (libre de contaminantes), ya que no han sido mezclados con los demás desechos sólidos. También se contribuye a reducir el volumen de desechos que llegan a los rellenos sanitarios, alargando de esta manera la vida útil de los mismos.

### **Recolección**

Una vez separado los desechos en la fuente, se deben recoger para luego ser transportados a la disposición final otorgada en el proceso anterior. Así se evita la proliferación de vectores y el colapso de los lugares destinados al almacenamiento.

La recolección se basa en la recaudación de los desechos generados y la frecuencia con la que se realizará será dada por la composición de los residuos sólidos y la capacidad de almacenamiento del lugar. Podemos nombrar dos tipos de recolección:

- **Recolección Mezclada:**

Concierne a las recolecciones mayormente realizadas en el mundo, aquellas cuyos desechos son depositados y acumulados sin clasificación alguna, una composición variada de elementos orgánicos, inorgánicos, materiales como metal, vidrio, cartón, etc. Todo de acuerdo a la fuente de generación.

**Fotografía2.6:** Depósito de materiales sin previa clasificación.



**Fuente:** Las autoras. 07/11/2014

- **Recolección Selectiva**

Luego de designar como inútil a un objeto viene el depósito en el recipiente, si en el lugar de origen se practica la segregación en la fuente, se tiene a

disposición diferentes contenedores que permiten separar los desechos de acuerdo a su naturaleza. Debido a la clasificación realizada no pueden ir a la misma disposición final, por lo tanto la recolección será acorde al material.

**Gráfico 2.1:** Clasificación en la fuente de acuerdo a las características de los desechos.



**Fuente:** Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos “Universidad Nacional de Colombia” Sede Medellín. Febrero 2006.

### **Separación, procesamiento y transformación**

Esta etapa se trata del proceso de reciclaje en sí, el cual consiste en tomar un material o partes del mismo que ya han llegado al tope de su vida útil, y transformarlo en uno nuevo. Se lo considera como una medida para cuidar y reducir la contaminación del medio ambiente. Con su aplicación

podemos salvar grandes cantidades de recursos naturales no renovables.

La mayoría de los materiales pueden reciclarse, entre los más comunes se tiene: cartón, papel, vidrio, plásticos, metales, etc. Al utilizar materiales reciclados se disminuye el consumo de combustibles fósiles lo que minora la generación de CO<sub>2</sub> y de esta manera contribuimos a la reducción del efecto invernadero y las lluvias ácidas.

La recolección y eliminación de una tonelada de desechos es muy alta, es decir, ahorramos dinero en esta actividad. En nuestro país, específicamente nuestra ciudad contamos con algunas empresas encargadas de esta actividad como lo son:

**Tabla IV:** Empresas Recicladoras en Guayaquil

RUC	NOMBRE	DIRECCION	TELF.	EMAIL
0992513357001	RECICLADORA DE PLASTICOS RECIPLASTICO S S.A	KM 10.5 Vía Daule		dbravo@recimetal.com
099237318001	RECISA S.A	KM 10.5 Vía Daule	042110536	fmuga@reipa.com.ec
0992323620001	PRACTIPOWER S.A	KM 10.5 Vía Daule	042111932	exportaciones@practipower.com
0992328827001	RIMESA S.A	KM 10 1/2 Vía Daule	042110144	exportaciones@rimesa.com.ec

**Fuente:** Sitio web del MIPRO (Ministerio de industrias y Productividad).

**Elaborado por:** Las autoras.

### Transferencia y Transporte

Con la finalidad de llegar al último paso de todo este proceso, es necesario realizar antes un adecuado transporte de los desechos sólidos, cualquiera que fuera su procedencia. Para ello cabe señalar los conceptos de transferencia y transporte.

La transferencia es usada para ciudades grandes, donde el relleno sanitario o la disposición final se encuentran lejos del lugar de origen. A las plantas de transferencia llegan los camiones recolectores comúnmente utilizados para desechos sólidos municipales, aquí los desechos pasan a camiones de

mayor capacidad, una vez llenos proceden a trasladarse a la disposición final establecida.

El transporte considera el recorrido del camión luego de la transferencia antes nombrada, y para ciudades donde no es necesaria abarca el recorrido que empieza luego de la recolección, ambos viajes tomados hasta la disposición final [7].

### **Disposición final**

Es aplicado para aquellos desechos que no pueden ser reciclados o valorizados. Los métodos de disposición final más usados son la incineración, la producción de compost y el relleno sanitario, siendo esta última la más común en nuestra ciudad.

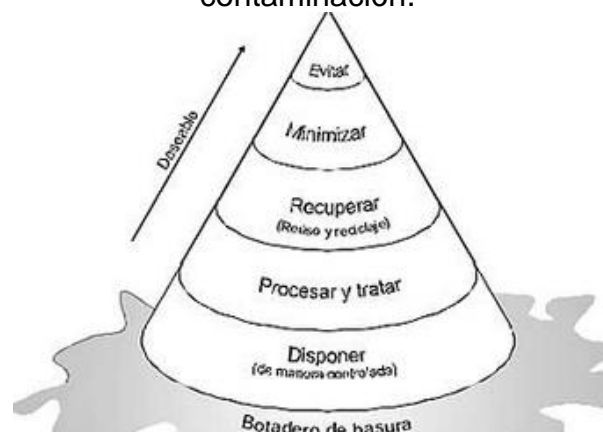
La incineración es un método muy aplicado en zonas que no cuentan con recolección de desechos, con el fin de evitar acumulaciones se opta por esta medida. Pero para su debida ejecución, es necesario contar con normas y reglamentos que instruyan adecuadamente a los gestores.



La producción de compost es el resultado de un manejo adecuado de la actividad microbiológica. Tiene como objetivo producir un material útil pero inofensivo de "basuras", obteniendo un abono que será de beneficio para plantaciones, etc.

El relleno sanitario es una actividad que tiene como finalidad la disposición de los desechos sólidos compactados en el suelo cubiertos por capas de arcilla, en Guayaquil tenemos el relleno de Las Iguanas. En la escala de valores desde el punto de vista de salud y contaminación, el relleno sanitario es considerado la última opción, al ser la forma menos recomendada para tratar desechos.

**Gráfico 2.2:** Escala de valores desde el punto de salud y contaminación.



**Fuente:** Sitio web: Diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales, gestión integral de residuos sólidos

## **2.5. Marco Legal**

Nuestro país cuenta con muchas leyes vigentes de las cuales unas cuantas se enfocan en el cuidado del ambiente en general, pero a más de eso en el manejo adecuado de los desechos, para fines de esta tesis nos enfocamos en los artículos que afectaban directamente a las obras civiles y el manejo adecuado de sus desechos de construcción siendo el principal en este tema el Anexo 6 del TULAS.

### **2.5.1. Constitución de la República del Ecuador**

La Constitución de nuestro país principalmente se centra en establecer las obligaciones que como gobiernos municipales tendrán con la población, ya que son ellos los que deben ofrecer los servicios públicos, también que los mismos deben optar por políticas integrales de ordenamiento territorial urbano, uso de suelo, programas de uso racional de agua y de reducción y reciclaje de desechos sólidos y líquidos.

### **2.5.2. Ley de Gestión Ambiental**

Esta ley establece la responsabilidad de los cuidados ambientales, el cual cae totalmente sobre el Ministerio del ramo, el mismo que debe actuar como instancia rectora, coordinadora y reguladora del Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental.

Centrándose en lo que respecta a las construcciones, esta ley establece que tanto obras públicas como privadas o mixtas, serán calificadas previamente a su ejecución conforme a un plan de manejo ambiental cuyo objetivo será el prevenir daños a futuro a causa de las mismas. Y que para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia respectiva, otorgada por el Ministerio del ramo.

### **2.5.3. Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria**

Este texto hace mucha énfasis en lo que se refiere a desechos en general, ya que establece que los sedimentos o sustancias sólidas provenientes del sistemas de potabilización de agua y de tratamiento de desechos y otras tales como residuos del área de la construcción o cualquier tipo de

desecho doméstico o industrial, no deberán disponerse en aguas superficiales, subterráneas, marinas, de estuario, sistemas de alcantarillado y cauces de agua estacionales secos o no. También prohíbe verter desechos sólidos, tales como: basuras, animales muertos, mobiliario, entre otros, y líquidos contaminados hacia cualquier cuerpo de agua y cauce de aguas estacionales secas o no.

La disposición final de desechos sólidos mayormente empleada en Guayaquil es el relleno sanitario y para esto la ley establece que el relleno debe estar confinado correctamente en la menor área posible para luego cubrirlos con una capa de tierra u otro material inerte efectuando el control de los gases, lixiviados, y la proliferación de vectores, sin causar perjuicio al medio ambiente, molestia o peligro para la salud y seguridad pública.

Enfocándose en desechos peligrosos establece que se deberá implementar una política de reciclaje o rehúso y que de no ser viable, los desechos deberán ser dispuestos de manera ambientalmente aceptable.

## **LIBRO VI ANEXO 6**

### **Sección 2.13 Desechos sólidos de demolición**

El tema principal a tratar en este documento es lo que respecta al manejo de desechos sólidos de construcción (escombros entre otros) para lo cual el Anexo 6 establece como desechos sólidos de construcción a los producidos en edificios, pavimentos, obras de arte de la construcción, brozas, cascote, etc., que quedan de la creación o derrumbe de una obra de ingeniería, está constituidas por tierra, ladrillos, material pétreo, hormigón simple y armado; metales ferrosos y no ferrosos, maderas, vidrios, arena, etc. Así como también establece que la responsabilidad del almacenaje de estos desechos o de su destino final recae totalmente sobre los propietarios de dichas obras.

La entidad de aseo establecerá un período de tiempo máximo permitido a fin de que el titular de la obra retire la tierra y escombros, disposición que deberá ser acatada o en caso contrario, la entidad de aseo podrá retirar estos materiales, cobrando al infractor los costos que demande este servicio, con los recargos correspondientes.

La entidad de aseo podrá limpiar la vía afectada o retirar los materiales vertidos a los cuales se hace referencia, siendo imputados a los responsables los costos por los servicios prestados, con los recargos que fueren pertinentes.

#### **2.5.4. INEN 2841**

##### **GESTIÓN AMBIENTAL. ESTANDARIZACIÓN DE COLORES PARA RECIPIENTES DE DEPÓSITO Y ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE RESIDUOS SÓLIDOS. REQUISITOS**

Esta norma se aplica a la identificación de todos los recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos generados en las diversas fuentes: doméstica, industrial, comercial, institucional y de servicios. Se excluyen los residuos sólidos peligrosos y especiales.

A continuación se presenta una tabla de resumen de las leyes vigentes en Ecuador que presentan algún tipo de normativa con respecto al cuidado del ambiente principalmente a causa de la generación de desechos y su adecuado tratamiento así como también los artículos que lo establecen en las mismas.

**Tabla V:** Resumen de Leyes citadas que conciernen al manejo y gestión de desechos sólidos en Ecuador, con sus respectivos artículos.

<b>Leyes</b>	<b>Artículos</b>
Constitución de la República del Ecuador	264,415
Ley de Gestión Ambiental	8, 19, 20
Texto unificado de legislación ambiental secundaria	4.2.1.21, 4.2.3.12, 2.43, 4.1.1.1 Libro VI Anexo 6: 2.13, 4.1.3,
INEN 2841	Gestión ambiental, estandarización de colores para recipientes de depósitos y almacenamiento temporal de residuos sólidos

**Elaborado por:** Las autoras.

# **CAPITULO III**

## **3. METODOLOGIA**

### **3.1. Introducción**

El presente documento se enfoca en este tipo de desechos, se detalla a continuación la manera en que se realizó el respectivo análisis de los desechos constructivos en las dos obras seleccionadas durante 2 meses, para lo cual es importante conocer el tipo de obra, su ubicación exacta y su respectiva distribución.

Las obras analizadas son distintas en magnitud y en concepto. Para la estimación de cantidades de los desechos fue utilizado el mismo método (Inspección visual), pero para realizar la cuantificación de



cantidades se implementaron diferentes procedimientos en cada obra.

En lo que respecta a la disposición final de los desechos, una alternativa poco utilizada por los constructores es la segregación en la fuente, por este motivo se busca dar a conocer los beneficios que se podrán obtener al decidirse por esta opción.

A nuestro criterio, es importante conocer la opinión de las constructoras sobre este tema ya que los involucra directamente, por esta razón, se realizó una encuesta con preguntas relacionadas a cerca de los conocimientos que posean sobre el tema en general y la disposición final que se les da a los mismos.

### **3.2. Descripción de las Obras Civiles en estudio**

Para realizar el estudio de desechos sólidos de construcción se tuvo a disposición 2 obras civiles que se encontraban en fase de construcción desde meses antes del inicio del presente trabajo.

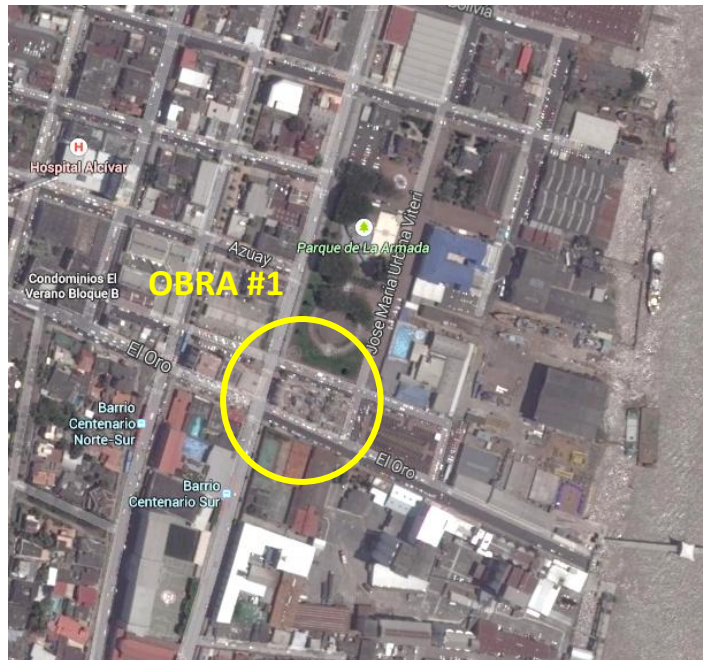
La obra del Centenario (Remodelación del Bloque 1 de la Armada del Ecuador) a la cual llamaremos Obra 1, se encuentra ubicada al Sur de la ciudad. Presentaba un avance próximo del 20%, el contrato era

de 6 meses y llegamos casi en la culminación del primer mes. Por otra parte la obra de Bosques de la Costa (Construcción de dos torres de apartamentos), la que daremos el nombre de Obra 2 está ubicada Vía a la Costa, contaba con un avance aproximado del 50% y provenía del sector privado.

### **3.2.1. Obra 1: Remodelación Centenario**

La dirección Barrio Centenario, frente al parque de la Armada, Sur de Guayaquil, y tuvo por objetivo la remodelación de un Bloque de departamentos. La obra cuenta con una extensión aproximada de 946.52m<sup>2</sup>.

**Fotografía 3.1:** Ubicación satelital de Obra 1- Remodelación Centenario



**Fuente:** Aplicación Google Maps.

**Coordenadas Geográficas:** Longitud=-79.887669; Latitud=-2.216584

**Coordenadas UTM:** X=623,690; Y=9'754,953

El Bloque 1 está conformado por 3 alas (A, B y C) cada ala cuenta con una serie de apartamentos, ala A (6), ala B (8) y ala C (6) que dan un total de 20, tienen terraza y la respectiva zona de escaleras. Solo los departamentos del bloque B cuentan con patios por cada departamento, ya que son mucho más amplios. Todo el edificio cuenta con un sistema general de AA.SS. (aguas servidas), AA.LL. (aguas lluvias) y un sistema eléctrico que conecta todas las alas.

### 3.2.2. Obra 2: Departamentos vía a la Costa

La ubicación de la obra es vía a la Costa Km. 9.8, frente a la ciudadela Puerto Azul. El propósito de esta obra es construir una urbanización (villas y edificios de apartamentos) privada que sea eco-amigable y cuente con áreas sociales y deportivas.

**Fotografía 3.2:** Ubicación Satelital de Obra 2- Departamentos vía a la Costa.



**Fuente:** Aplicación Google Maps.

**Coordenadas Geográficas:** Longitud=-79.965988; Latitud=-2.182814

**Coordenadas UTM:** X=614,982; Y=9'758,692

Para el estudio se nos fue designado la construcción de dos torres de apartamentos, entre las cuales suman

aproximadamente 9,604.15 m<sup>2</sup>. Cada torre cuenta con 6 niveles más terraza y subterráneo, este último con un gran avance era usado como bodega de materiales, razón por la cual no fue tomado en la investigación. La Torre A cuenta con 4 apartamentos en el primer nivel y 4 en cada nivel restante dando un resultado de 24, y 27 parqueos en el subterráneo; mientras la torre B con 4 apartamentos en el primer nivel y 5 en los demás llegan a 29, y esta misma cantidad de parqueos.

### **3.3. Estimación de Cantidades de los Desechos Sólidos Generados**

La cantidad de desechos desalojado de las obras fue definida mediante la determinación de la masa de los mismos. La medición fue realizada en kilogramos. Antes de cuantificar los residuos sólidos, se debió realizar la caracterización de los mismos, es decir, se determinó que materiales fueron desechados en las obras.

De acuerdo a los métodos expuestos en la sección 2.2.3, en ambas obras fue utilizado el método de inspección visual, ya que para los métodos de registro de compras, de producción y de recolectores se necesitaba tener acceso a información que manejaba el contratista o la constructora a cargo de la ejecución de la obra, lo cual no estaba a nuestro alcance.

En el método de cuarteo en cambio, se sustenta en la generación de desechos de manera constante, y como es de conocimiento, las obras civiles presentan un desarrollo que carece de dicha constancia, por lo que este método también queda descartado.

Para la inspección visual se recorrió la obra en busca de los puntos de depósito de los desechos, una vez hallados se procedió a la identificación de los materiales presentes. La inspección visual va de la mano con la estimación de cantidades de desechos generados, debido a que los residuos deben ser separados de acuerdo a su naturaleza para obtener los respectivos datos de cada uno y esto lleva a caracterizarlos inmediatamente.

### **3.3.1. Obra 1: Remodelación Centenario**

#### **3.3.1.1. Puntos de Depósito para Inspección Visual**

A causa de que la obra es una remodelación y por su ubicación, no posee más espacio que el que ocupa el bloque a remodelar, los trabajadores tenían un solo punto de depósito que se encontraba en la planta baja cerca de la entrada y salida a los bloques, facilitando el desalojo cuando éste se ejecutaba.

**Fotografía 3.3:** Punto de depósito de los desechos sólidos en. Obra 1-Remodelación Centenario.



**Fuente:** Las autoras. 01/11/2014

### **3.3.1.2. Reconocimiento de la disposición de los Desechos Sólidos**

Al momento de empezar con nuestro análisis se notó que debido al espacio reducido con el que contaba la obra, los residuos generados en todos los pisos eran recolectados en sacos de PP (polipropileno) y colocados en el punto de depósito, lo que generó una acumulación de sacos. Se disponían de esta forma para luego ser vaciados a la volqueta y poder reutilizar los sacos para posteriores desalojos, trayendo como consecuencia una pre-clasificación.

**Fotografía 3.4:** Acumulación de desechos sólidos en Obra 1-Remodelación Centenario.



**Fuente:** Las autoras. 01/10/2014

### **3.3.1.3. Procedimiento para obtener los datos en obra**

Se decidió pesar directamente los desechos sólidos producto de la remodelación en proceso. En lo que respecta a equipos, se contó con una báscula digital con capacidad máxima de 200kg y lo necesario para anotar los datos, contamos con el permiso para guardar la báscula en la bodega de la obra y la ayuda brindada de un oficial para manipular los sacos.

Con el punto de depósito establecido se realizó el siguiente procedimiento para obtener el pesaje de cada material.



- Revisamos que material contenía cada saco. De encontrarnos con alguna mezcla, separamos y clasificamos por tipo de desechos sólidos.

**Fotografía 3.5:** Revisión del material contenido en sacos.



**Fuente:** Las autoras. 30/09/2014

- Al tener un mismo material en un saco, lo llevamos a la báscula y leímos su peso.

**Fotografía 3.6:** Obtención del peso de cartón desechado en obra.



**Fuente:** Las autoras. 14/10/2014

- Anotamos los pesos llevando una correcta recopilación de datos.
- Efectuamos la toma de datos antes del desalojo de los desechos sólidos.

Dado que la acumulación de los desechos sólidos aumentaba al transcurrir los días, para evitar inconvenientes tanto en obra como a los habitantes de los demás bloques de la armada, los desalojos se realizaban con frecuencia por lo que fue necesario realizar los pesajes varios días a la semana.

### **3.3.2. Obra 2: Departamentos vía a la Costa**

La segunda obra no presentó las mismas características que la Obra 1. La Obra 2-Departamentos Vía a la Costa, es una construcción que por tales dimensiones la generación de desechos sólidos resulta mayor y su disposición dificultaba pesar directamente cada material, lo que llevó a un proceso diferente detallado más adelante.

### **3.3.2.1. Puntos de Depósito para Inspección Visual**

En cada torre o edificio el desalojo de los desechos sólidos se realizó mediante un conducto metálico ubicado en la fachada posterior, al cual eran arrojados los desechos y estos descendían en caída libre a la volqueta estacionada al término del mismo. El conducto iba desde la terraza hasta el segundo piso, con una abertura en cada piso, a diferencia del primer piso que quedaba a una altura conveniente de la volqueta y no tenía necesidad del conducto. Esto hizo consecuente que los puntos de depósito sean los cuartos por los que pasaba el conducto más el cuarto del primer piso, es decir que por cada edificio se tuvo 7 puntos de depósito dando un total de 14 puntos.

**.Fotografía 3.7:** Edificio B de la Obra 2-Bosques de la Costa



**Fuente:** Las autoras. 16/10/2014

Conforme la obra avanzó en su ejecución, la fachada posterior fue enlucida para su acabado presentando como secuela el desmontaje del conducto metálico y con ello la desaparición de los puntos de depósito. Entonces a partir de este momento para la inspección visual y toma de datos fue necesario recorrer cada piso buscando en sus habitaciones dónde eran acumulados los desechos sólidos.

### 3.3.2.2. Reconocimiento de la disposición de los Desechos Sólidos

Con los puntos de depósito establecidos, la inspección visual y la toma de datos adquirió lugar. En esta obra la disposición que se les daba a los desechos sólidos era la simple acumulación, presentando en ocasiones recolecciones en sacos de cemento. Para cuando se contaba con el conducto metálico la acumulación era notoria y abundante en un solo lugar, a diferencia con su ausencia la acumulación fue dispersa en diferentes zonas del nivel o piso y no necesariamente cuantiosas.

**Fotografía 3.8:** Acumulación de desechos en Obra 2-Departamentos Bosques de la Costa



**Fuente:** Las autoras. 22/10/2014

### **3.3.2.3. Procedimiento para obtener los datos en obra**

Se planteó obtener el peso de los materiales de manera indirecta, basándonos en sus propiedades físicas. Se calculó la densidad ( $\text{kg/m}^3$ ) de cada material y ésta se multiplicó por el volumen ( $\text{m}^3$ ) que ocupa en obra, lo que dio como resultado su masa ( $\text{kg}$ ). Por lo tanto las medidas que se tomaron en obra fueron de aristas, alturas, diámetros, etc. del cuerpo geométrico en el que se presentara la acumulación de cada material. El procedimiento para la obtención de los datos es descrito a continuación.

- Se clasificó y separó los desechos sólidos de acuerdo al material, dándoles forma de algún cuerpo geométrico conocido.

**Fotografía 3.9:** Materiales clasificados en obra.



**Fuente:** Las autoras. 20/10/2014

- Tomamos las medidas necesarias de cada acumulación de material separado por nosotros o apilado por los trabajadores.

**Fotografía 3.10:** Medición de aristas.



**Fuente:** Las autoras. 03/12/2014

**Fotografía 3.11:** Medición de altura en sacos.



**Fuente:** Las autoras. 10/12/2014

- Anotamos los valores llevando una correcta recopilación de datos.
- Y efectuamos la toma de datos antes del desalojo de los desechos sólidos.

#### **3.3.2.4. Procedimiento para obtener la densidad del material**

De acuerdo a lo explicado en el capítulo 2, la densidad es la relación entre masa y volumen. Se tomó una muestra de cada tipo de desecho sólido encontrado, cuya forma geométrica permita hallar su volumen sin inconvenientes, pesamos la muestra en una balanza para conocer su masa, con ambos datos



se aplicó la fórmula (masa/volumen) hallando de esta manera la densidad de cada material.

**Fotografía 3.12:** Medición de aristas del material  
Bloque de Arcilla



**Fuente:** Las autoras. 21/11/2014

**Fotografía 3.13:** Pesaje de la muestra del material  
Perfil Metálico



**Fuente:** Las autoras. 21/11/2014

### 3.3.3. Recopilación de datos para el posterior análisis

Una vez terminado el periodo de dos meses durante el cual se le dio seguimiento a la generación de los desechos sólidos en obra, es consecuente la recopilación de los datos

obtenidos. Para este propósito se utilizó el software Excel como herramienta asequible y de manejo sencillo.

Se procedió a ingresar los pesos de acuerdo a los días que fueron tomados pero separándolos por semana. Para cada material se hizo la suma de sus pesos que se halló obtenido durante una semana, esto para poder determinar su presencia (en porcentaje) en los desechos sólidos generados de esa semana.

Para la obra Remodelación Centenario el procedimiento antes descrito es directo y sin cambios o modificaciones, pero para la obra Construcción Departamentos Bosques de la Costa se necesitó primero obtener los pesos a partir de los volúmenes con ayuda de la densidad, y luego si proceder con lo explicado.

$$m_{obra} = \rho_{material} \times V_{obra}$$

### **3.4. Elaboración de encuestas para determinar la sensibilidad de los constructores en cuanto al manejo de desechos sólidos**

Con el fin de conocer la opinión y la información que poseían algunas empresas constructoras respecto al tema del manejo adecuado de desechos sólidos de construcción, se realizó una encuesta con 8 preguntas a 20 Constructoras de la Ciudad de Guayaquil.

Algunas de las preguntas fueron elaboradas en base al Anexo 6 del TULAS, ya que en este texto se especifican normativas que se aplican de existir un mal manejo de los desechos sólidos, determinando así cuanto conocían los constructores sobre las leyes. También se incluyeron preguntas relacionadas a la disposición final, exponiendo cual sería la mayormente usada y si realizan una previa clasificación o no. A continuación se presenta el modelo de encuesta utilizado y las respectivas preguntas de la misma.

**ENCUESTA**

Nombre de la Constructora: \_\_\_\_\_

1. En términos generales, ¿Cuánto conocimiento tiene usted acerca del manejo de desechos sólidos de origen constructivo (es decir producido en obras civiles)?

(Se podrán calificar con valores del 1 al 5 donde 1 será la calificación más baja y 5 la más alta).

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

2. ¿Realiza en sus obras algún tipo de clasificación a sus desechos sólidos de construcción antes de enviarlos a su depósito final?

SI  NO

3. Si su respuesta fue Si en la pregunta 2, ¿Qué disposición final le da a los materiales clasificados, que entidad se encarga de esto?

\_\_\_\_\_

4. ¿Qué disposición final tienen sus desechos sólidos de construcción?

Relleno sanitario  Botadero a cielo abierto   
Incineración

5. ¿Ha tenido algún tipo de inconveniente legal (multas) relacionado al manejo de desechos sólidos de construcción que ha generado?

¿Cuál?

SI  NO

---

6. ¿Sabía que según el TULAS (texto unificado de legislación ambiental) usted está en la obligación de evitar la acumulación de estos materiales, dejar limpia la zona afectada en la vía pública y que puede ser sancionado por los costos que demande el servicio de desalojo y sus recargos correspondientes?

SI  NO

7. Al saber que este tipo de desechos es peligroso, ¿Realizaría algún tipo de clasificación? ¿Cuál?

SI  NO

---

8. ¿Opina usted que las autoridades deberían proporcionar mayor información sobre el tema y de esta manera llevar un control del mismo?

SI

NO

Opinión \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_

Nombre:

C.I.:

# **CAPITULO IV**

## **4. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

### **4.1. Introducción**

Al inicio de la tesis se plantearon objetivos, cuyo alcance será dado a través de este capítulo. Dado que los datos obtenidos de la obra y de la encuesta realizada, son cuantitativos y cualitativos, se usaron gráficas que corresponden a un análisis estadístico descriptivo, las cuales exponen las características que tuvo la generación de desecho sólidos de construcción en ambas obras, y el resultado de las encuestas a las constructoras.

El capítulo se desarrolla mostrando en primera instancia los pesos obtenidos en cada obra. Estos se constituyen en base para los posteriores análisis, ya que con ello se visualiza que materiales fueron encontrados y al tipo de desecho sólido al que pertenecen. Una vez planteada esta clasificación, se muestra la variación de su generación, que da lugar a interpretar la influencia del origen constructivo de los desechos. También se expone la composición de la generación de los desechos, para determinar que clase fue tuvo mayor presencia.

El penúltimo punto abordado es la encuesta, mostrando la información resumida con sus respectivas acotaciones. Finalmente se muestra que diferencias o igualdades existen al comparar los resultados de una obra con la otra.

#### **4.2. Peso de los Tipos de Desechos Sólidos**

La generación de desechos sólidos en general, se presenta mediante unidades de masa, ya que el volumen es una cantidad que varía dependiendo de lo compacto que se encuentra el desecho sólido, a diferencia de la masa que seguirá siendo la misma.



Dado la metodología empleada para la Obra 1, basta con presentar una tabla de los pesos obtenidos. Para la Obra 2 en cambio, es necesario mostrar tres tablas, la primera con los volúmenes de los materiales encontrados en obra; la segunda con los pesos de estos materiales; y la tercera agrupando los materiales de acuerdo a su naturaleza, estableciendo el tipo de desecho sólido. Adicionalmente se presenta otra tabla con las densidades calculadas de los materiales.

**Tabla VI:** Generación por semana de desechos sólidos de origen constructivo, Obra 1. (kg)

		Semana 1 1-4 Oct. (kg)	Semana 2 5-11 Oct. (kg)	Semana 3 12-18 Oct. (kg)	Semana 4 19-25 Oct. (kg)	Semana 5 26 Oct.-1 Nov. (kg)	Semana 6 2-8 Nov. (kg)	Semana 7 9-15 Nov. (kg)	Semana 8 9-15 Nov. (kg)	Semana 9 16-22 Nov. (kg)	TOTAL/ TIPO DS (kg)
<b>Tipo de Desecho Sólido</b>	<b>Escombros</b>	9398.41	6541.23	11569.65	6392.45	6388.86	8108.36	7920.41	10073.09	7164.00	73556.47
	<b>Madera</b>	0.00	0.00	74.64	0.00	0.00	20.73	0.00	0.00	0.00	95.36
	<b>Plásticos</b>	6.64	0.00	21.00	166.18	0.00	176.09	0.00	0.00	331.55	701.45
	<b>Cartón</b>	41.73	77.09	64.16	105.91	244.00	55.64	0.00	0.00	149.18	737.70
	<b>Papel</b>	0.00	0.00	25.55	0.00	0.00	18.91	0.00	0.00	0.00	44.46
	<b>Cerámica</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	67.91	0.00	0.00	66.00	133.91
	<b>Áridos</b>	0.00	268.82	325.55	213.82	0.00	43.45	0.00	0.00	47.55	899.18
	<b>TOTAL/ SEMANA (kg)</b>	9446.77	6887.14	12080.55	6878.36	6632.86	8491.09	7920.41	10073.09	7758.27	76168.55

Elaborado por: Las autoras

**Tabla VII:** Generación por semana de materiales desechados en construcción, Obra 2. (m3 y unidades)

		Semana 1 20-26 Oct.	Semana 2 27 Oct.-2 Nov.	Semana 3 3-7 Nov.	Semana 4 10-14 Nov.	Semana 5 17-21 Nov.	Semana 6 24-28 Nov.	Semana 7 1-5 Dic.	Semana 8 8-12 Dic.	Semana 9 15-19 Dic.	TOTAL	
<b>Materiales</b>	<b>Escombros</b>	4.285	1.379	2.040	1.272	0.623	1.978	0.759	1.387	0.535	14.258 m3	
	<b>Madera</b>	2.772	0.674	0.855	0.245	0.054	1.075	0.074	0.057	0.222	6.029 m3	
	<b>Tubería de Plástico</b>	0.077	0.029	0.017	0.002	0.000	0.001	0.001	0.029	0.000	0.155 m3	
	<b>Bloque de Arcilla</b>	0.065	0.004	0.006	0.042	0.006	0.003	0.000	0.000	0.011	0.137 m3	
	<b>Yeso</b>	0.000	0.041	0.000	0.083	0.143	0.037	0.162	0.142	0.095	0.703 m3	
	<b>Varilla de Acero</b>	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001 m3	
	<b>Cerámica</b>	0.000	0.000	0.000	0.139	0.168	0.338	0.320	0.091	0.136	1.192 m3	
	<b>Gypsum</b>	0.042	0.000	0.000	0.082	0.012	0.317	0.000	0.005	0.000	0.458 m3	
	<b>Tubería de Acero</b>	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008 m3	
	<b>Cartón</b>	0.134	0.021	0.247	0.133	0.259	0.642	0.214	0.342	0.329	2.320 m3	
	<b>Sacos de Cemento</b>		0.000	0.018	0.037	0.037	0.038	0.045	0.000	0.037	0.000	0.213 m3
			4	3	7.5	14	12	38	9	21	10	118.5 u
	<b>Granito</b>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.221	0.042	0.020	0.384	0.383	1.052 m3	
	<b>Perfil Metálico</b>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.001	0.000	0.000	0.000	0.012 m3	
	<b>Placa Metálica</b>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.019	0.011	0.030 m3	
	<b>ER</b>	0	1	3	1	10	13	5	21	1	55 u	
<b>EA</b>	2	2	6	7	17	8	5	10	6	63 u		

Elaborado por: Las autoras

**Tabla VIII:** Generación por semana de materiales desechados en construcción, Obra 2. (kg)

		Semana 1 20-26 Oct. (kg)	Semana 2 27 Oct.-2 Nov. (kg)	Semana 3 3-7 Nov. (kg)	Semana 4 10-14 Nov. (kg)	Semana 5 17-21 Nov. (kg)	Semana 6 24-28 Nov. (kg)	Semana 7 1-5 Dic. (kg)	Semana 8 8-12 Dic. (kg)	Semana 9 15-19 Dic. (kg)	TOTAL (kg)
<b>Materiales</b>	<b>Escombros</b>	4163.88	1340.32	1982.37	1235.60	605.46	1922.50	737.23	1347.69	519.92	13854.97
	<b>Madera</b>	1329.56	323.18	410.22	117.64	25.87	515.58	35.72	27.39	106.51	2891.68
	<b>Tubería de Plástico</b>	9.51	3.54	2.07	0.22	0.05	0.12	0.13	3.53	0.00	19.18
	<b>Bloque de Arcilla</b>	96.37	6.46	8.77	62.60	8.82	4.84	0.00	0.00	15.81	203.67
	<b>Yeso</b>	0.00	46.82	0.00	94.01	162.52	42.11	183.55	161.45	107.35	797.82
	<b>Varilla Acero</b>	2.90	3.72	2.79	0.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.33
	<b>Cerámica</b>	0.00	0.00	0.00	368.44	445.90	894.11	847.99	240.93	360.79	3158.15
	<b>Gypsum</b>	2.31	0.00	0.00	4.53	0.64	17.43	0.00	0.27	0.00	25.18
	<b>Tubería de Acero</b>	77.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	77.02
	<b>Cartón</b>	12.44	1.94	22.91	12.27	23.98	59.40	19.81	31.62	30.44	214.82
	<b>Sacos de Cemento</b>	0.62	2.02	4.35	5.36	5.05	9.72	1.39	6.44	1.55	36.50
	<b>Granito</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	538.97	103.17	49.50	934.86	932.64	2559.14
	<b>Perfil Metálico</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	84.52	3.69	0.00	0.00	0.00	88.21
	<b>Placa Metálica</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	125.37	76.16	201.53
	<b>ER</b>	0.00	0.07	0.20	0.07	0.67	0.88	0.34	1.42	0.07	3.71
<b>EA</b>	0.34	0.34	1.01	1.18	2.87	1.35	0.84	1.69	1.01	10.63	

Elaborado por: Las autoras

**Tabla IX:** Generación por semana de desechos sólidos de origen constructivo, Obra 2. (kg)

		Semana 1 20-26 Oct. (kg)	Semana 2 27 Oct.-2 Nov. (kg)	Semana 3 3-7 Nov. (kg)	Semana 4 10-14 Nov. (kg)	Semana 5 17-21 Nov. (kg)	Semana 6 24-28 Nov. (kg)	Semana 7 1-5 Dic. (kg)	Semana 8 8-12 Dic. (kg)	Semana 9 15-19 Dic. (kg)	TOTAL/ TIPO DS (kg)
<b>Tipo de Desecho Sólido</b>	<b>Escombros</b>	4260.25	1346.77	1991.14	1298.20	614.28	1927.34	737.23	1347.69	535.74	14058.64
	<b>Madera</b>	1329.56	323.18	410.22	117.64	25.87	515.58	35.72	27.39	106.51	2891.68
	<b>Plásticos</b>	9.85	3.94	3.28	1.47	3.59	2.35	1.31	6.64	1.08	33.52
	<b>Cartón</b>	12.44	1.94	22.91	12.27	23.98	59.40	19.81	31.62	30.44	214.82
	<b>Papel</b>	0.62	2.02	4.35	5.36	5.05	9.72	1.39	6.44	1.55	36.50
	<b>Productos Cerámicos</b>	0.00	0.00	0.00	368.44	984.87	997.28	897.49	1175.79	1293.42	5717.29
	<b>Yeso</b>	0.00	46.82	0.00	94.01	162.52	42.11	183.55	161.45	107.35	797.82
	<b>Metal</b>	79.93	3.72	2.79	0.92	84.52	3.69	0.00	125.37	76.16	377.09
	<b>Gypsum</b>	2.31	0.00	0.00	4.53	0,64	17.43	0.00	0.27	0.00	25.18
	<b>TOTAL/SEMANA (kg)</b>	5694.95	1728.40	2434.71	1902.84	1905.32	3574.90	1876.50	2882.67	2152.25	24152.54

Elaborado por: Las autoras

**Tabla X:** Densidad de materiales desechados en la Obra 2.

		Masa (kg)	Volumen (m3)	Densidad (kg/m3)
<b>Material</b>	<b>Escombros</b>	29.090	0.030	971.76
	<b>Madera</b>	3.410	0.007	479.61
	<b>Tubería de Plástico</b>	0.425	0.003	123.82
	<b>Bloque de Arcilla</b>	7.270	0.005	1489.75
	<b>Yeso</b>	0.279	0.000	1134.94
	<b>Varilla Acero</b>	0.105	0.000	7439.07
	<b>Cerámica</b>	0.114	0.000	2648.90
	<b>Gypsum</b>	0.735	0.013	54.94
	<b>Tubería de Acero</b>	0.127	0.000	9628.08
	<b>Cartón</b>	2.727	0.029	92.59
	<b>Sacos de Cemento</b>	0.155	0.002	85.27
	<b>Granito</b>	3.636	0.001	2433.73
	<b>Perfil Metálico</b>	0.545	0.000	7203.28
	<b>Placa Metálica</b>	0.058	0.000	6662.82
	<b>ER</b>	0.067		
<b>EA</b>	0.169			

Elaborado por: Las autoras

#### 4.3. Variación de los Tipos de Desechos Sólidos

La herramienta estadística que nos permite visualizar la evolución de una variable a través del tiempo, son las series temporales. Por lo tanto los datos deben estar ordenados cronológicamente. En este caso la variable es la generación de desechos sólidos. El análisis se lo realizó para cada clasificación

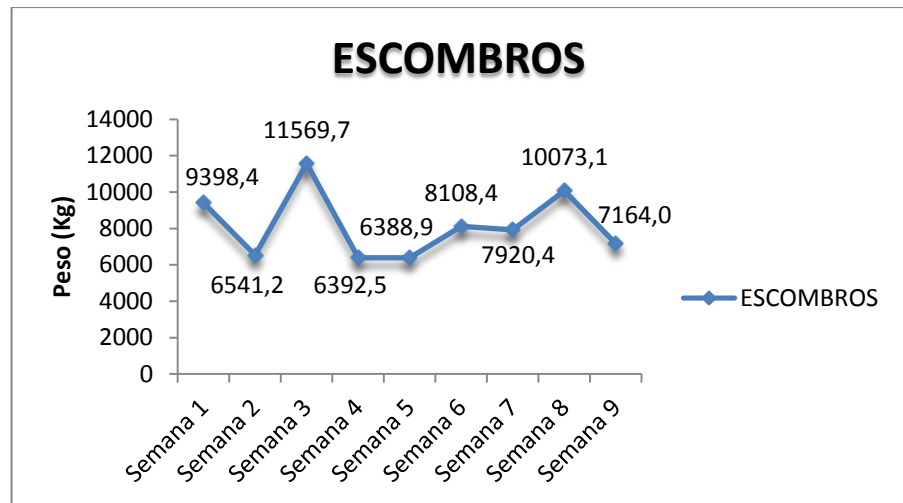
planteada, presentando gráficos de Pesos (kg) vs. Tiempo (semanas).

#### **4.3.1. Series Temporales para Obra 1: Remodelación Centenario**

##### **Escombros**

Debido a que se trataba de una obra de remodelación, la actividad principal en este tipo de trabajos es la de demolición. Lo que explica la continuidad de las cantidades de escombros presentes en el gráfico.

En el tiempo del estudio, se realizaron las actividades de demolición de paredes, pisos, mesones, etc. de las 3 alas. Cuando se inició la toma de datos, los trabajos se encontraban en el ala A. La mayor presencia de escombros se pudo observar en la semana 3 con una cantidad de 11569.65 kg, ya que se comenzó con el ala B que era la de mayor área, mientras que la menor cantidad se dió en la semana 5 con 6388.9 kg, en la cual se concluyó dicha ala.

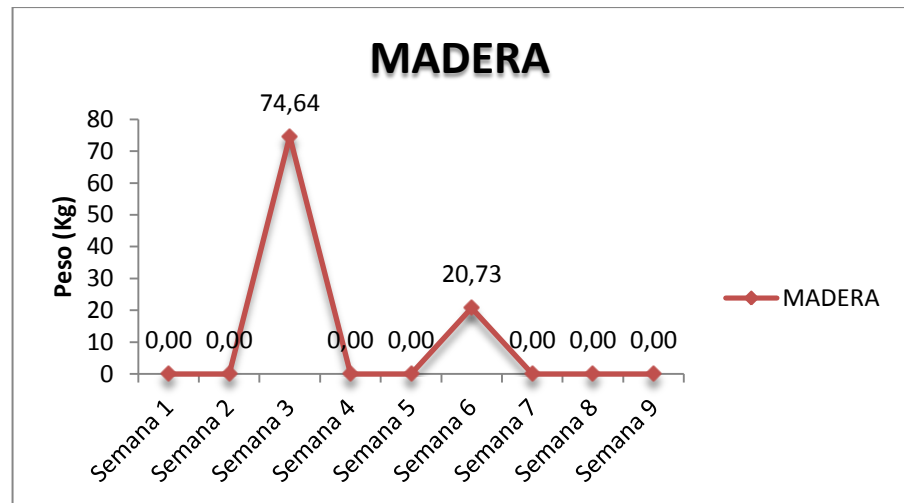
**Gráfico 4.1:** Serie temporal de Escombros, Obra 1

**Elaborado por:** Las autoras

### **Madera**

Al ser la madera un material utilizado en su mayoría para encofrados y andamios, no existió gran presencia del mismo en este análisis, ya que en obra se reutiliza mucho antes de ser considerado un desecho. En la semana 3 se observa un peso de 74.64 kg, siendo esta la mayor cantidad durante los 2 meses, mientras que en 4 semanas no se encontraron desechos de este tipo.

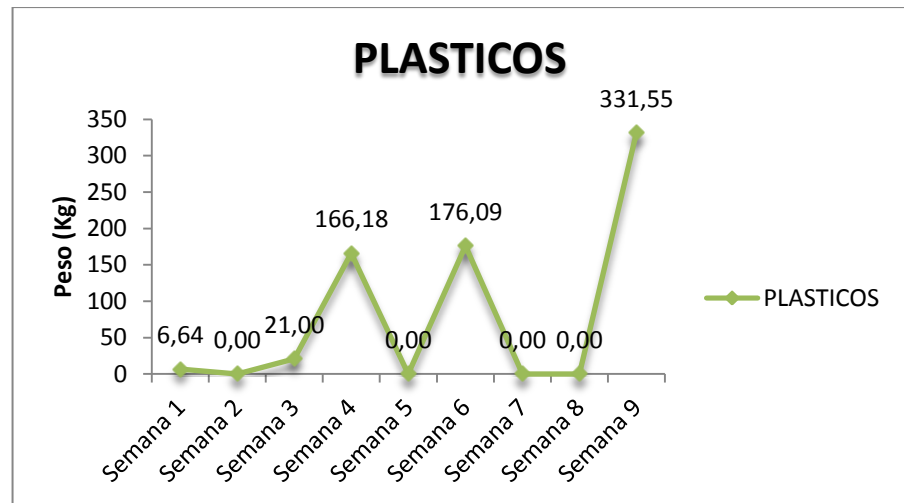


**Gráfico 4.2:** Serie temporal de la Madera, Obra 1

**Elaborado por:** Las autoras

### Plásticos

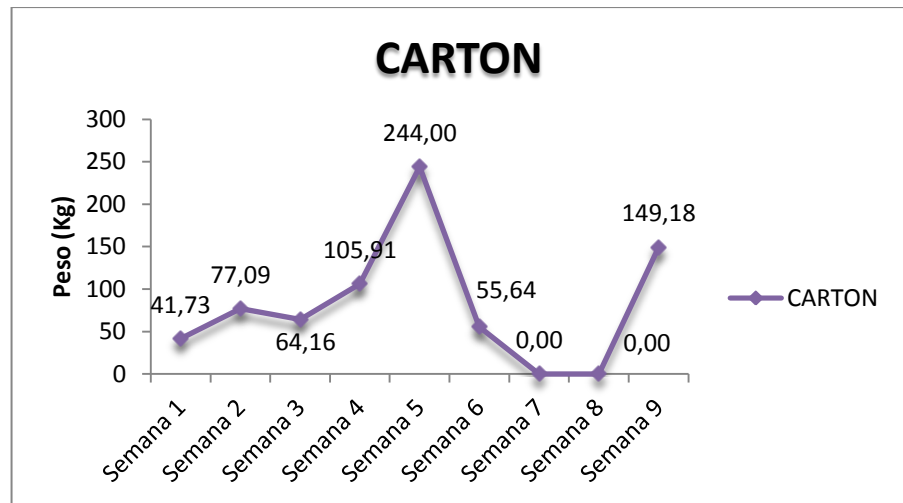
En las primeras semanas de nuestro análisis, al realizar el desmontaje de paredes, también existió la presencia de tuberías viejas de plástico en los desechos. En cambio, en las últimas semanas empezaron los trabajos de desmontaje de todo el sistema de AA.SS. y AA.LL. del bloque, también iniciaron los acabados, es decir, se iniciaron los trabajos de instalaciones de tuberías nuevas y existió la presencia de contenedores de líquidos como lo son los aditivos, por lo cual la semana 9 presentó la mayor cantidad de plásticos (331.55 kg). El plástico tuvo una presencia casi constante debido al desmontaje y a la colocación del mismo a lo largo de la obra.

**Gráfico 4.3:** Serie temporal de los Plásticos, Obra 1

**Elaborado por:** Las autoras

### **Cartón**

Elementos como tubería, cerámica, accesorios varios entre otros venían en cajas hechas de este material, por lo cual fue un desperdicio constante, el cual tuvo mayor presencia en la semana 5 con 244 kg y su menor presencia fue en la semana 7 y 9.

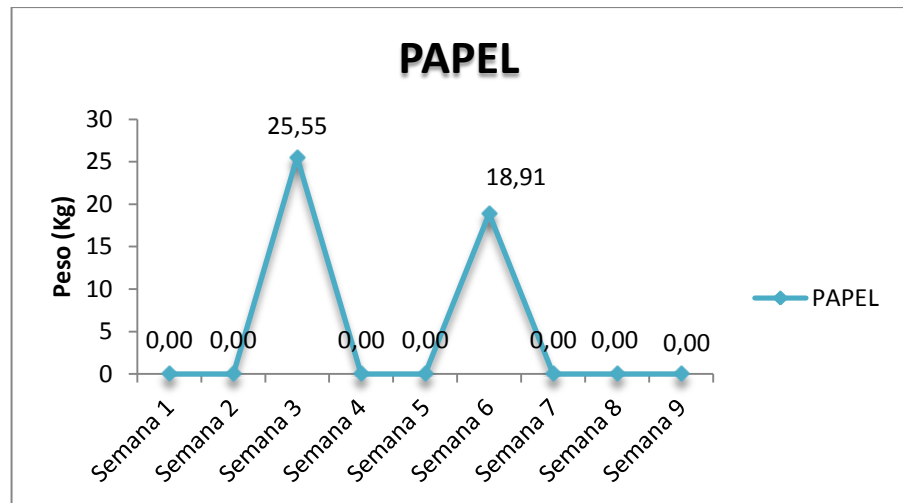
**Gráfico 4.4:** Serie temporal del Cartón, Obra 1

**Elaborado por:** Las autoras

### Papel

El rubro de pintura fue uno de los más fuertes, por lo que constantemente existía presencia de papel para evitarse manchar el suelo o diferentes áreas del bloque, también el papel provino de los restos de las fundas de cemento.

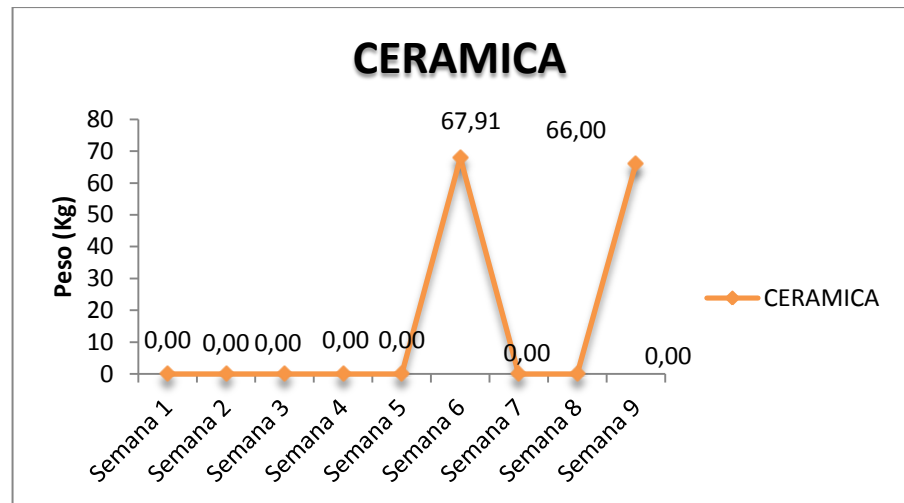
Al ser un material con poco peso, se lo acumulo por ciertas semanas para ser pesado en 2 especificadas en este análisis, la semana 3 y la 6. Su mayor peso fue de 25.55 kg en la semana 3.

**Gráfico 4.5:** Serie temporal del Papel, Obra 1

**Elaborado por:** Las autoras

### **Cerámica**

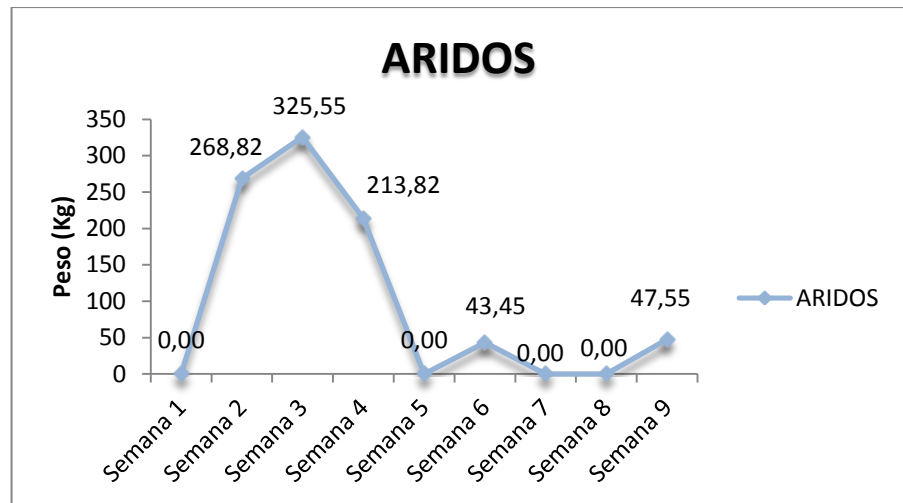
La cerámica fue utilizada en todos los baños y cocinas de los departamentos del bloque en general, al realizar nuestro estudio en los comienzos de la construcción y no hasta su finalización, contamos con poca presencia de este material. En las últimas semanas fue donde existió presencia de este elemento, debido a que se iniciaron los trabajos con este material, siendo la mayor cantidad en la semana 6 con 67.91 kg.

**Gráfico 4.6:** Serie temporal de la Cerámica, Obra 1

**Elaborado por:** Las autoras

### Áridos

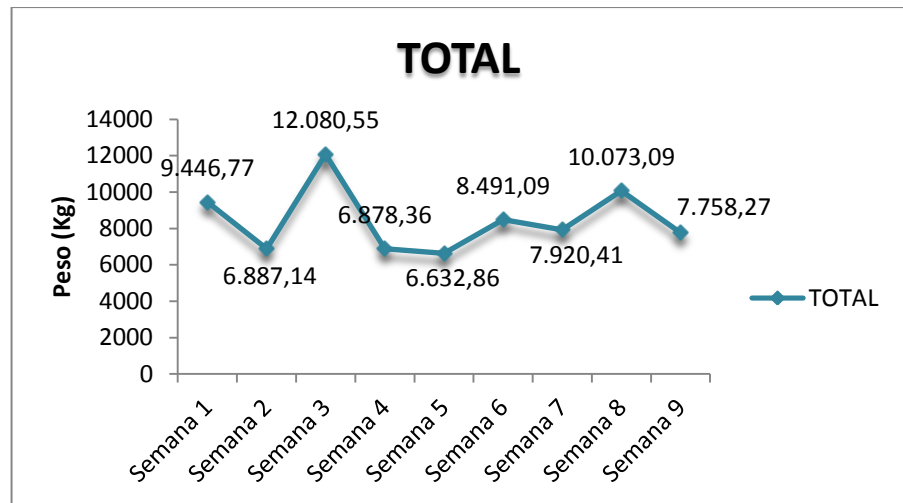
Al realizar el levantamiento de paredes se utiliza un mortero como adherente entre bloques, al levantar diferentes elementos estructurales como lo son columnas y vigas se necesitó de un hormigonado, el hormigón en si como parte de su composición contiene arena, la misma que antes de ser utilizada en sus diferentes procesos es cernida. Este proceso con lleva a producir una serie de áridos de desperdicio, lo cual consideramos, con un peso de 325.55 kg fue su mayor presencia.

**Gráfico 4.7:** Serie temporal de los Áridos, Obra 1

**Elaborado por:** Las autoras

### Total

Como un resumen general de los datos tomados en las 9 semanas se puede observar que existió mayor presencia de desechos en la semana 3 con una cantidad de 12080.55 kg mientras que la semana con menor cantidad fue la 5 con 6632.86 kg. Esto se debió a los cambios de trabajo de las cuadrillas, ya que las mismas que trabajan en la demolición eran las encargadas del levantamiento de los nuevos elementos estructurales y se turnaban para realizar cada una de estas actividades dependiendo de las órdenes de la empresa encargada del proyecto y según la necesidad del avance.

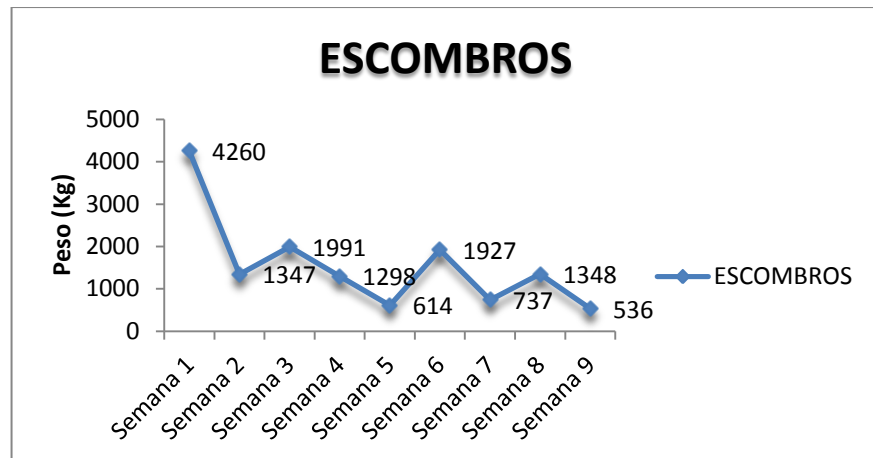
**Gráfico 4.8:** Serie temporal del total, Obra 1

**Elaborado por:** Las autoras

#### 4.3.2. Series Temporales para Obra 2: Departamentos vía a la Costa

##### Escombros

De acuerdo al gráfico, se puede apreciar como la generación de este material disminuye durante el tiempo de estudio, aunque no de manera continua. Los 4260 kg refleja la acumulación que se nombró con anterioridad. Sobrantes de mortero, bloques de arcilla y concreto conformaron esta clasificación.

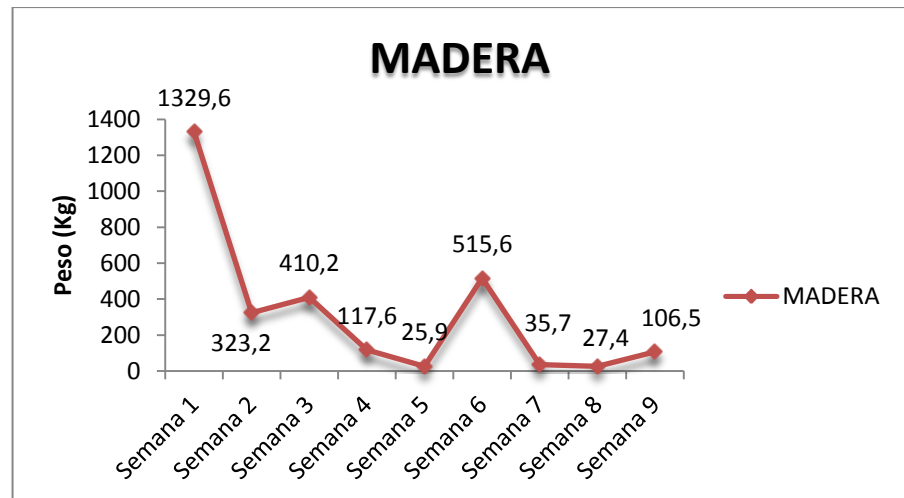
**Gráfico 4.9:** Serie temporal de Escombros, Obra 2

**Elaborado por:** Las autoras

### **Madera**

Al igual que la clasificación escombros, la generación de madera se reduce al transcurrir las semanas, exceptuando la semana 6 en la que se encontró una cantidad considerable de madera en la terraza de uno de los edificios. La madera procedía de restos de andamios, parihuelas y palets.

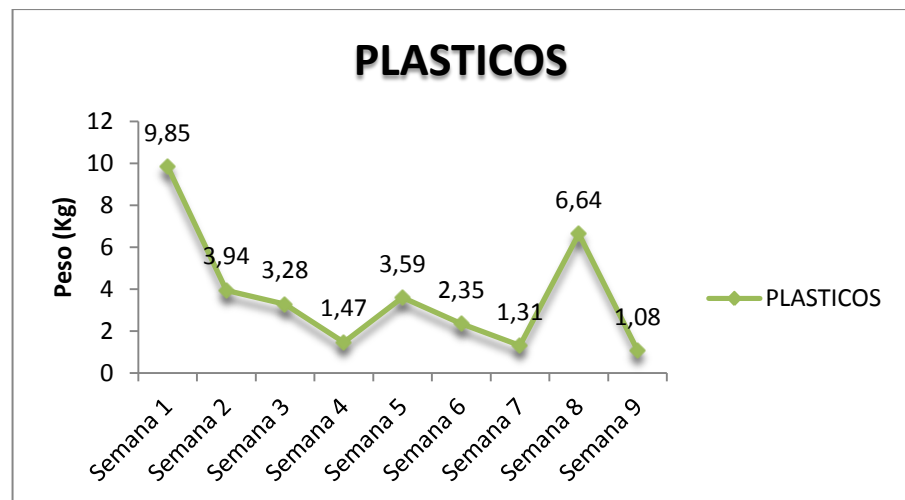


**Gráfico 4.10:** Serie temporal de la Madera, Obra 2

**Elaborado por:** Las autoras

### Plásticos

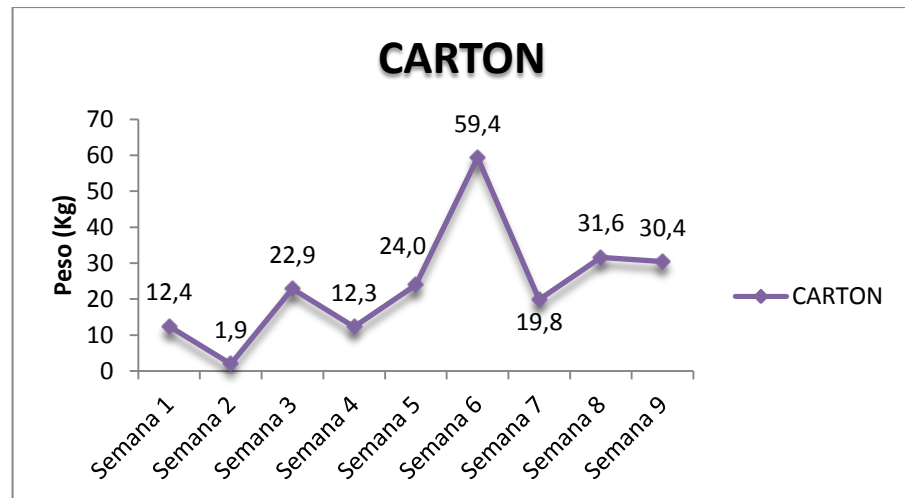
La generación de la semana 8 se debió a una acumulación de tuberías en el área del ascensor de uno de los edificios. Con el gráfico, se muestra que los plásticos no alcanzan grandes masas como otros tipos de desechos sólidos. Los plásticos eran resultados de tuberías y envases.

**Gráfico 4.11:** Serie temporal de los Plásticos, Obra 2

**Elaborado por:** Las autoras

### **Cartón**

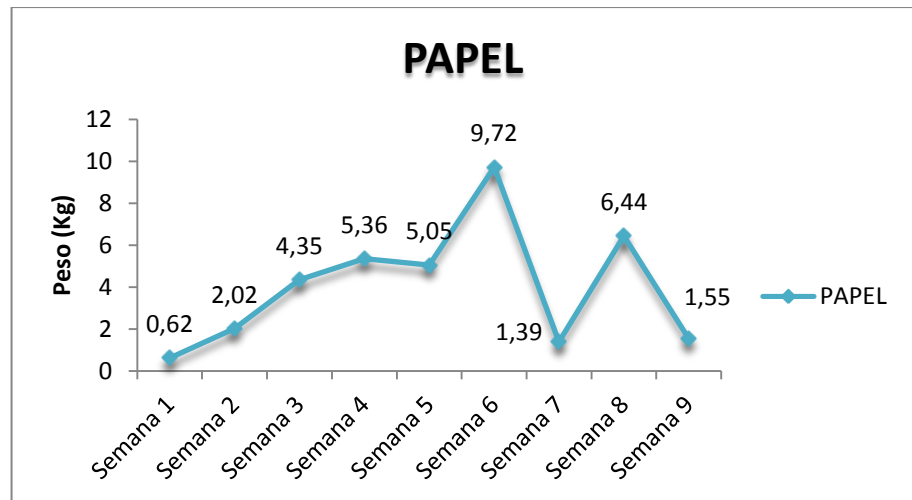
El cartón era proveniente de empaques de materiales, en su mayoría de los productos cerámicos. Por esto, eran principalmente encontrados en pisos donde el acabado de los departamentos llevaba un gran avance. Generalmente si eran depositados de manera agrupada.

**Gráfico 4.12:** Serie temporal del Cartón, Obra 2

**Elaborado por:** Las autoras

### **Papel**

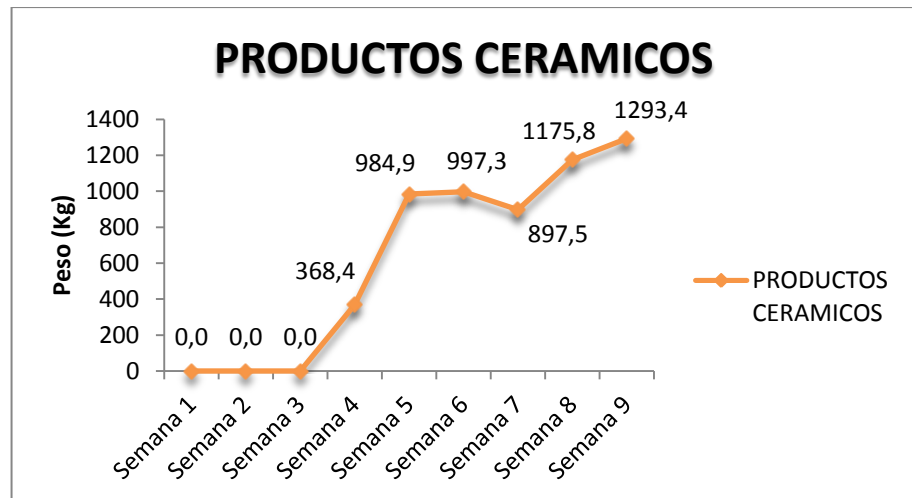
Con todos los valores inferiores a 10kg, es otra clasificación de poca generación, la cual fue conformada por sacos de cemento. Estos sacos se los encontraba mayormente como contenedores de los escombros. Al desmontar los conductos metálicos, los escombros comenzaron a disponerse más en los sacos, causando un incremento de ellos. Este aumento es fácilmente palpable hasta la semana 6.

**Gráfico 4.13:** Serie temporal del Papel, Obra 2

**Elaborado por:** Las autoras

### Productos Cerámicos

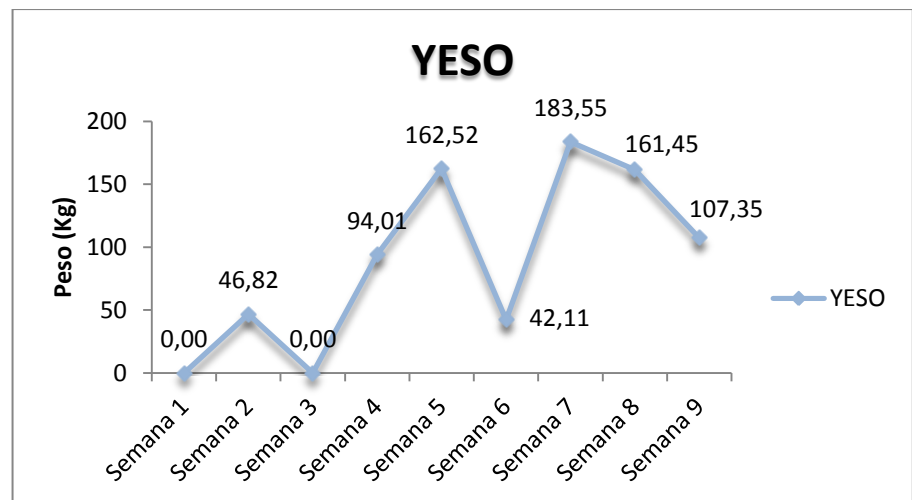
La evolución de los productos cerámicos es claramente un incremento. Las primeras semanas no muestran cantidades significativas hasta mediados del estudio, donde su generación se vuelve notoria acercándose a los 1000 kg. La mayoría de sobrantes provenían de cerámica, pero también se encontró pedazos de granito que era usado en mesones.

**Gráfico 4.14:** Serie temporal de Productos Cerámicos, Obra 2

**Elaborado por:** Las autoras

### Yeso

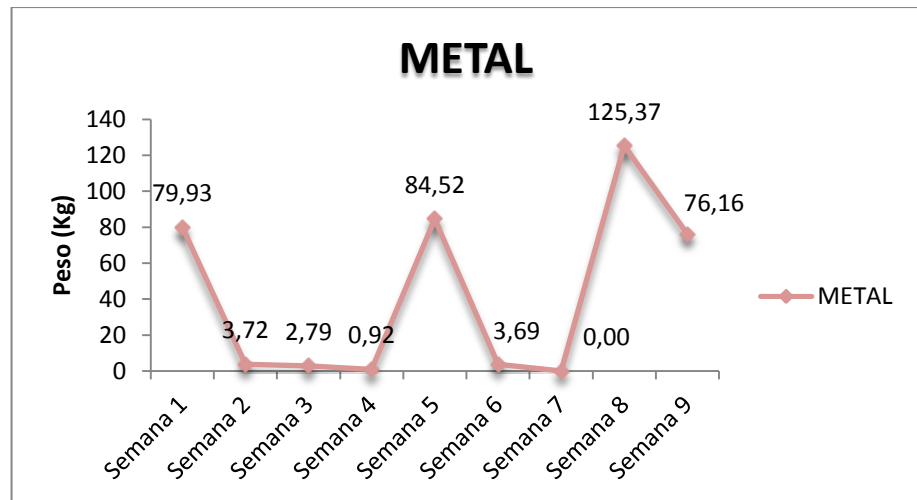
El incremento de las planchas de yeso es notable al pasar las semanas. Se fueron encontrando en los pisos con mayor avance en acabado, ya que eran usadas para el tumbado de las habitaciones. Debido a la fragilidad del material, en ocasiones se desecharon planchas de aristas mayores a un metro.

**Gráfico 4.15:** Serie temporal de Yeso, Obra 2

**Elaborado por:** Las autoras

### **Metal**

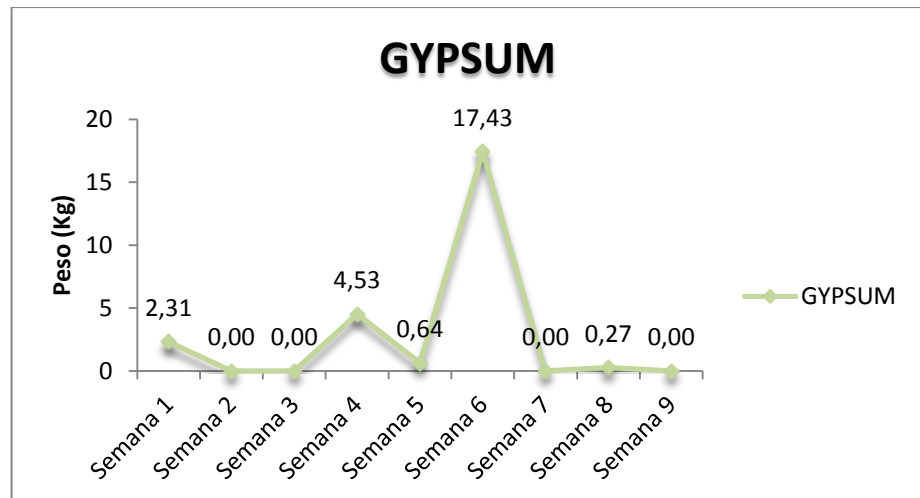
En el gráfico son apreciables 4 cantidades, la primera semana se encontró una acumulación de tuberías de acero. Los 84.52 Kg fueron el resultado de encontrar pedazos de perfil metálico. Los valores de las dos últimas semanas se deben a la presencia de retazos de placa metálica, la cual era usada en detalles de la fachada. Los demás datos procedieron de hallar, en escasas cantidades, restos de varilla de acero.

**Gráfico 4.16:** Serie temporal de Metal, Obra 2

**Elaborado por:** Las autoras

### Gypsum

El gypsum era usado como acabado en las paredes, no era desechado en grandes cantidades, por lo que su generación resulta escasa. En su mayoría, los 17.43 Kg provino de una acumulación en el segundo piso de uno de los edificios.

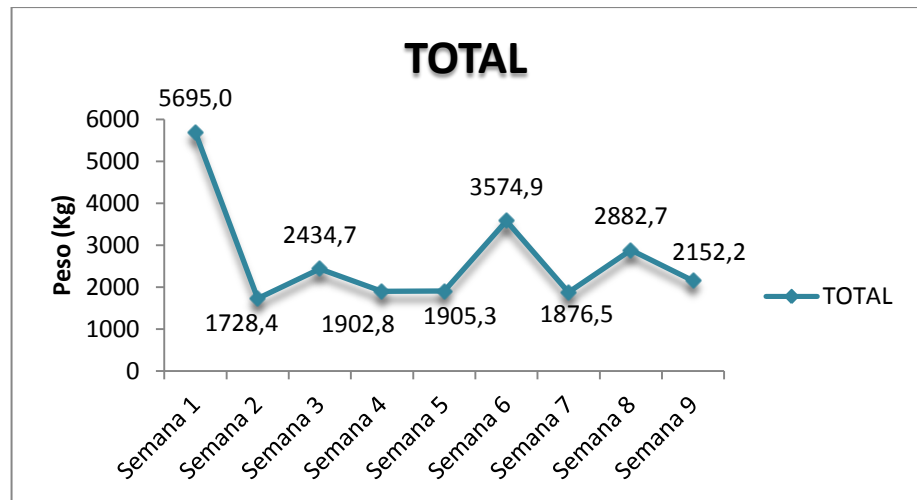
**Gráfico 4.17:** Serie temporal de Gypsum, Obra 2

**Elaborado por:** Las autoras

### Total

La generación de desechos sólidos en todas las semanas sobrepasó los 1000kg. Las casi 6 toneladas de la primera semana, es la acumulación de semanas antes al inicio del estudio. Dejando a lado la semana 1, los datos no establecen una tendencia de aumentar o disminuir en el tiempo.



**Gráfico 4.18:** Serie temporal del total, Obra 2

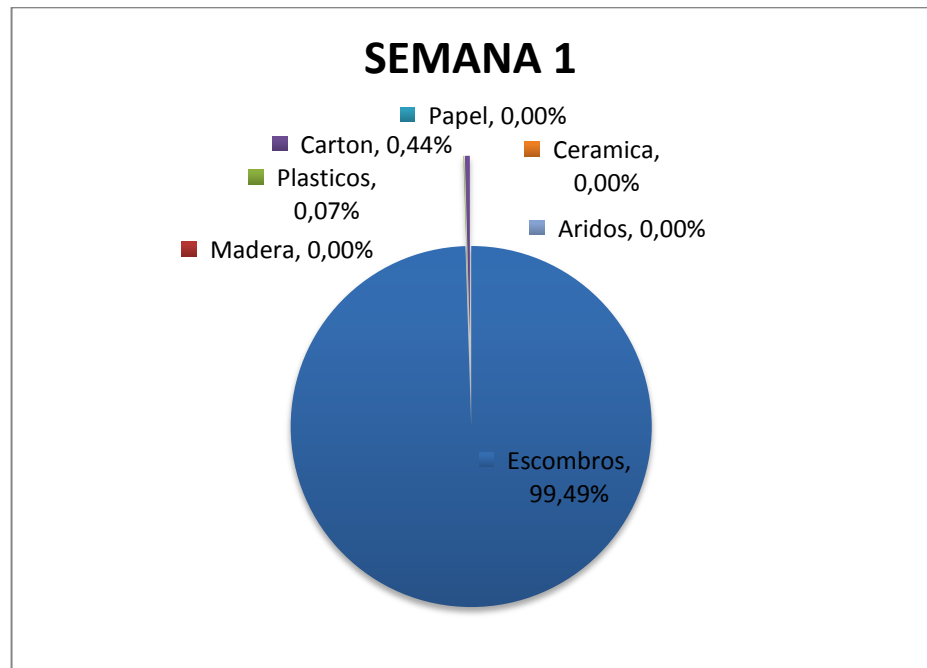
**Elaborado por:** Las autoras

#### 4.4. Composición Porcentual de los Desechos Sólidos

La composición porcentual representada por gráficos de pasteles, nos muestra la presencia de los tipos de desechos sólidos en el tiempo que se desea. Para nuestro análisis se realizó un gráfico para cada semana, y uno para los dos meses de estudio que representa un total.

#### 4.4.1. Gráficos de Pastel para Obra 1: Remodelación Centenario

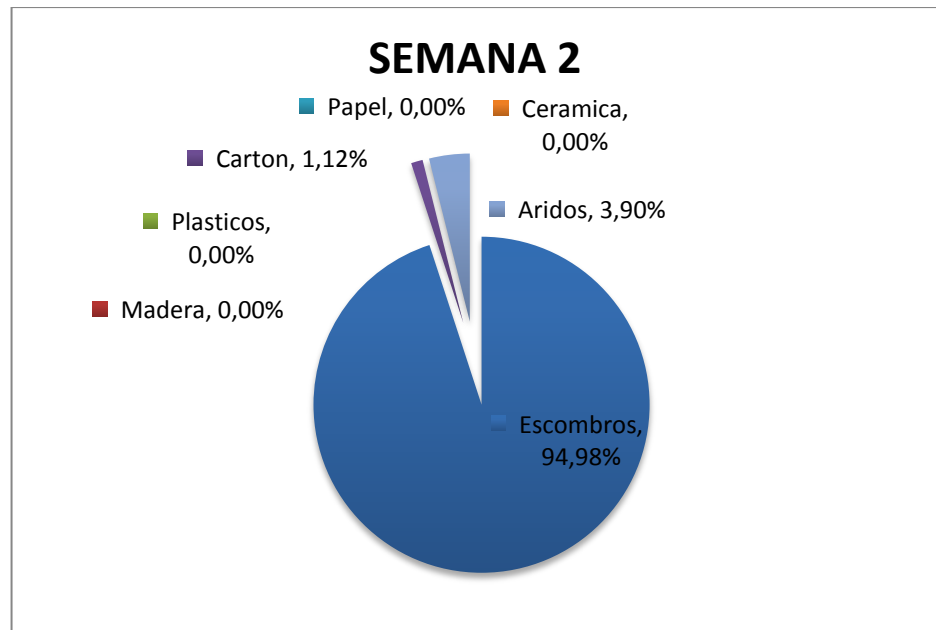
**Gráfico 4.19:** Gráfico de pastel para la semana 1, Obra 1.



**Elaborado por:** Las autoras

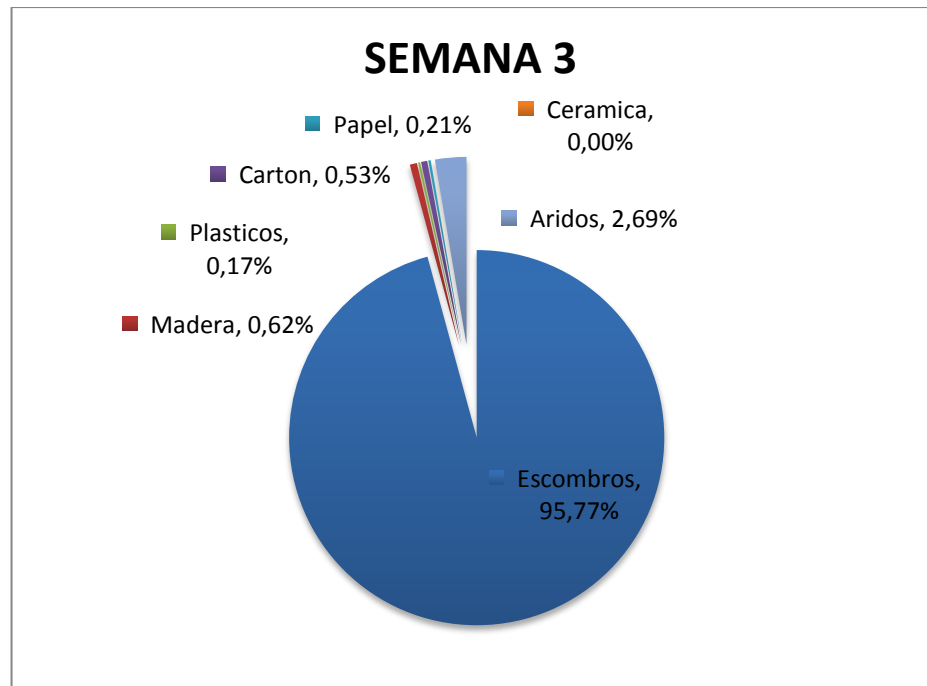
En la semana 1, la obra se encontraba en un 20% de su avance general, al ser una obra de remodelación, la presencia de escombros fue el material más predominante, en esta semana se encontraban en la demolición de las paredes del Ala A del bloque.

El porcentaje de escombros para esta semana fue de 99,49% y solo se presentó un mínimo porcentaje para lo que respecta a plásticos (0.07%) y cartón (0.44%).

**Gráfico 4.20:** Grafico de pastel para la semana 2, Obra 1

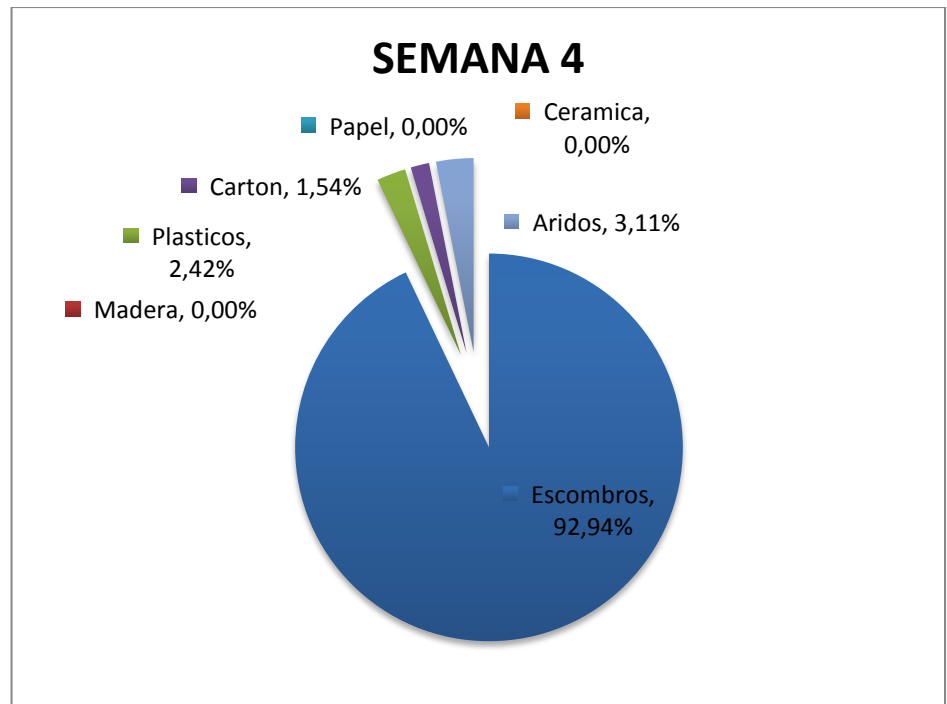
**Elaborado por:** Las autoras

En la semana 2, la presencia de escombros se encontró con un 94.98%, finalizando de esta manera las demoliciones en el Ala A y dando inicio a los primeros apartamentos del Ala B. Áridos, material procedente de cernir la arena, la misma que fue utilizada para la preparación del hormigón, tuvo presencia en un 3.90% y en menor porcentaje el cartón, contenedor de algunos materiales utilizados en obra con 1.12%.

**Gráfico 4.21:** Gráfico de pastel para la semana 3, Obra 1

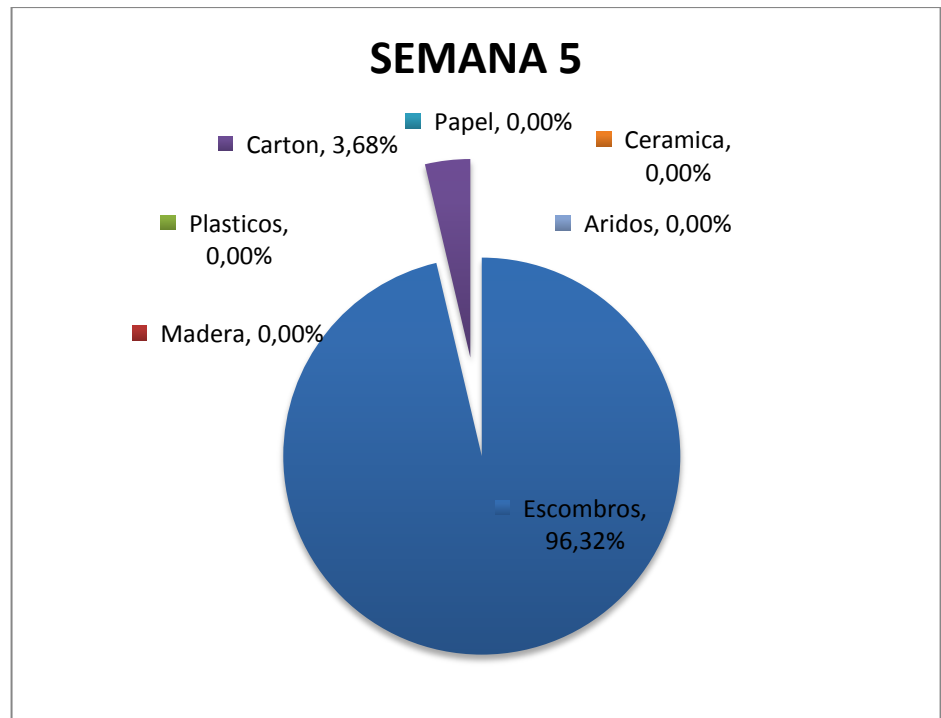
**Elaborado por:** Las autoras

En la semana 3, un 95.77% del material analizado fue escombros, ya que estaban realizando los trabajos de demolición paredes en el Ala B. La presencia de áridos se encontró en un 2.69% y en un porcentaje mínimo plásticos, cartón, y por primera vez en nuestro análisis se observa la presencia de papel (periódico y bolsas de cemento) y madera usada para encofrados en su mayor parte.

**Gráfico 4.22:** Gráfico de pastel para la semana 4, Obra 1

**Elaborado por:** Las autoras

En la semana 4, contamos con un 92.94% de material de escombros, se inician los trabajos de demolición de mesones y pisos en el Ala B, 3.11% de áridos, 2.42% de plásticos (tuberías de diferentes diámetros, envases de aditivos y botellas varias) y en un porcentaje menor (1.54%) el cartón.

**Gráfico 4.23:** Gráfico de pastel para la semana 5, Obra 1

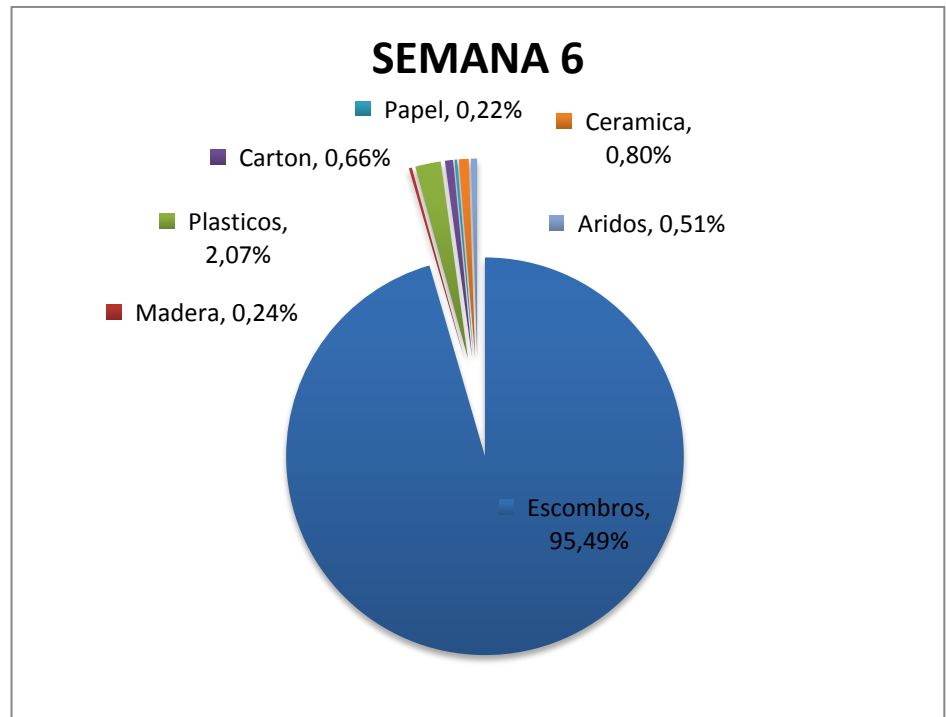
**Elaborado por:** Las autoras

En la semana 5, el material predominante continua siendo los escombros con un 96.32%, en esta semana culminan los trabajos de demolición en el Ala B (abarcando de esta manera los 4 pisos, 8 apartamentos con sus respectivos patios), al ser esta Ala la más grande, fue la que más tiempo tomo en demoler.

Adicional a los escombros solo existió presencia de cartón en esta semana en un 3.68% procedente de las cajas que

contienen materiales eléctricos o sanitarios para las instalaciones a darse en el Ala A.

**Gráfico 4.24:** Gráfico de pastel para la semana 6, Obra 1

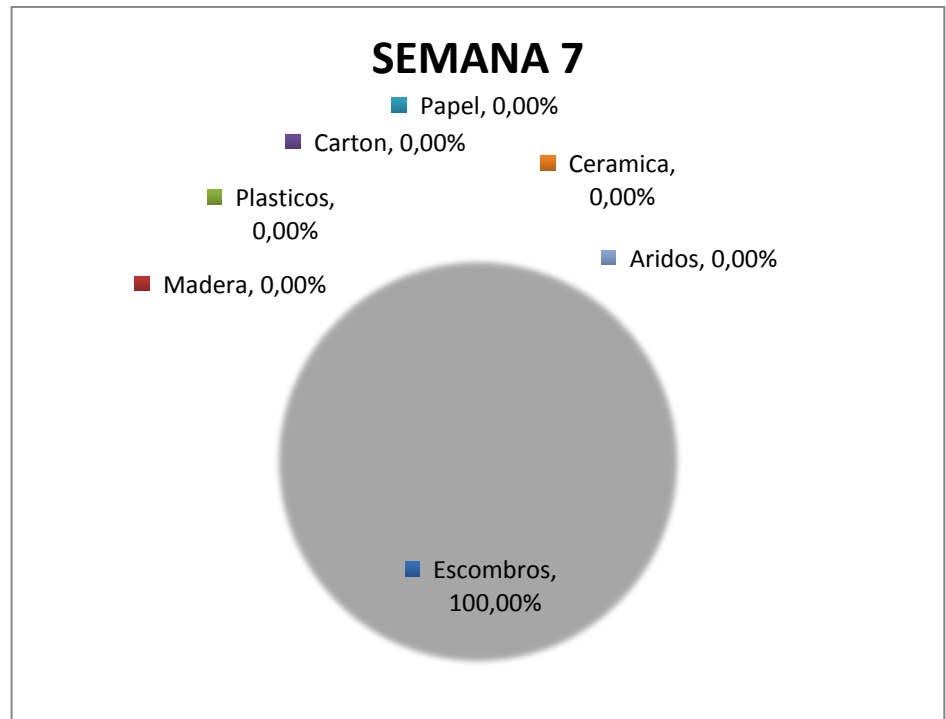


**Elaborado por:** Las autoras

En la semana 6, se presentó un 95.49% de escombros, ya que comenzaron los trabajos de demolición de la última Ala, la C. Comienzan los trabajos de acabados en el Ala B, donde existió un 2.07% de plásticos, 0.66% de cartón, 0.22% de papel, 0.51% de áridos y al estar ya en fase de construcción de baños y cocinas en el Ala A y B (las más avanzadas hasta

el momento), se tuvo la presencia de pedazos de cerámica en un 0.80% producto de los cortes.

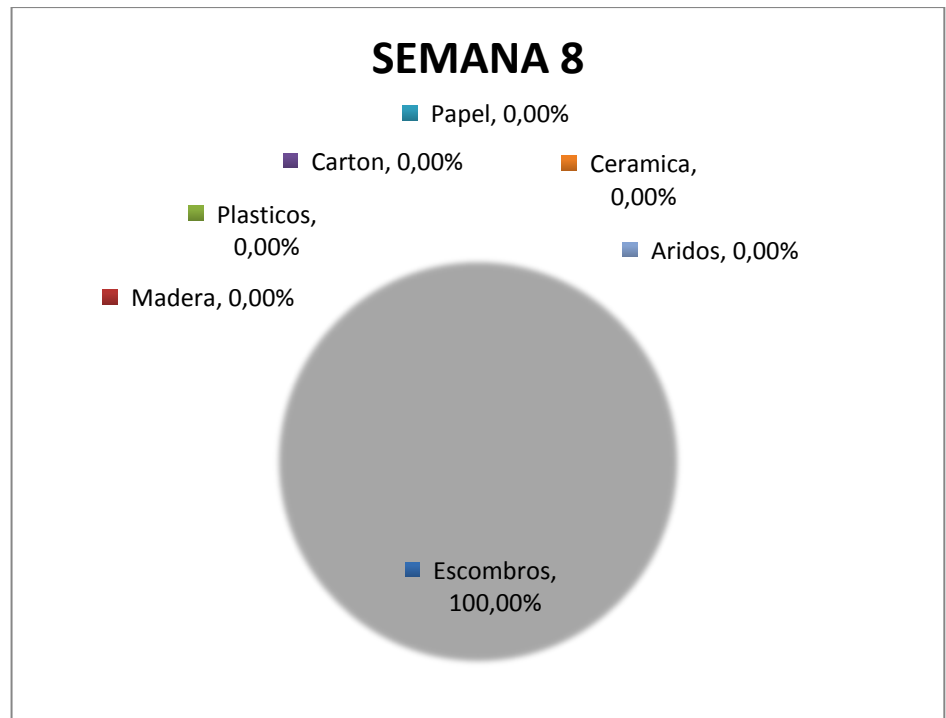
**Gráfico 4.25:** Gráfico de pastel para la semana 7, Obra 1



**Elaborado por:** Las autoras

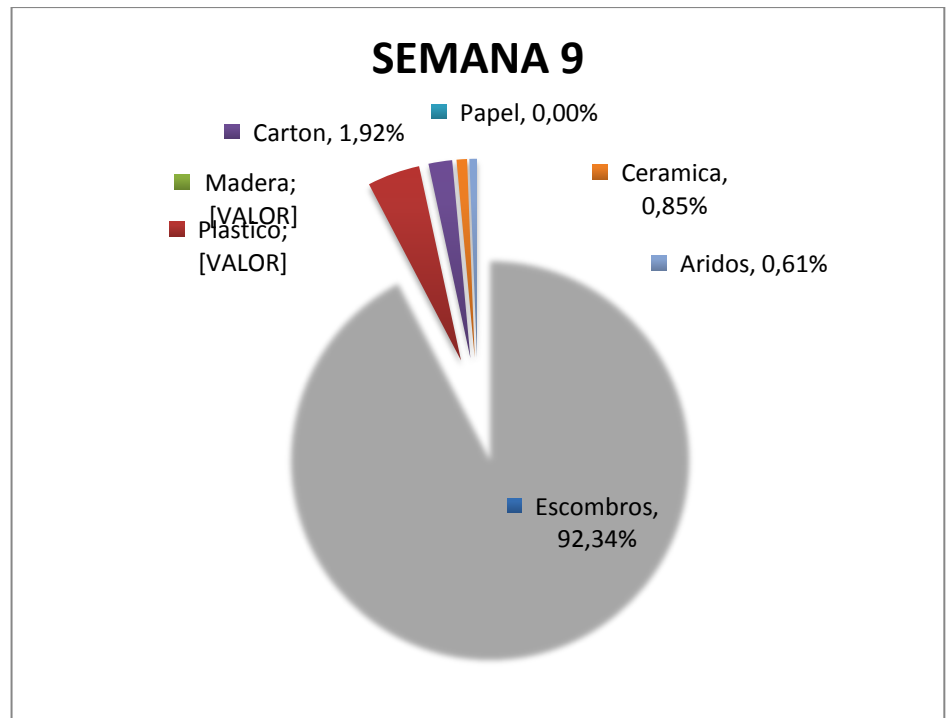
En la semana 7 se traslada la cuadrilla más grande de trabajadores a la última Ala, la C, por lo cual se dedican absolutamente en la demolición de paredes y pisos de esta zona. De esta manera el 100% de material desechado es de escombros.



**Gráfico 4.26:** Gráfico de pastel para la semana 8, Obra 1

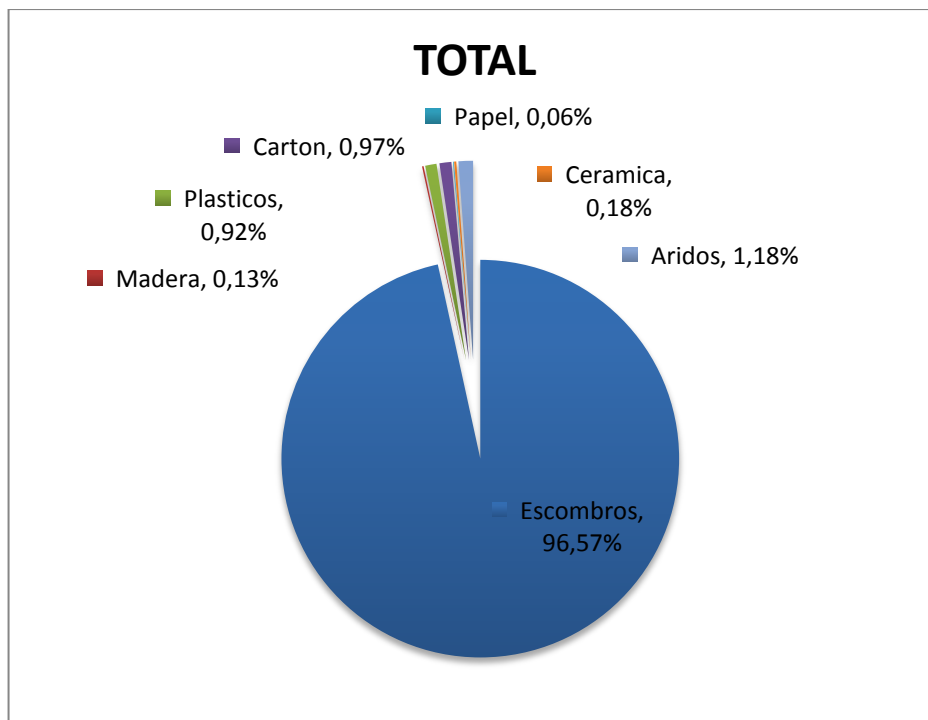
**Elaborado por:** Las autoras

En la semana 8 se continúa con la demolición de paredes y pisos en los pisos superiores del Ala C obteniendo un 100% de desperdicios de escombros, en estas últimas semanas se define como prioridad culminar con las demoliciones, se suma a esto la demolición de cajas de AA.SS. y AA.LL. ya que fueron reubicadas para un mejor abastecimiento del bloque.

**Gráfico 4.27:** Gráfico de pastel para la semana 9, Obra 1

**Elaborado por:** Las autoras

En la semana 9, la última del análisis, se culminan los trabajos de demolición en general en la obra. Se comienzan con las actividades de remodelación del Ala C, se hormigonan diferentes elementos estructurales y se realizan una serie de acabados en las diferentes alas, obteniendo un 92.34% de escombros, 4.27% de plásticos, 1.92% de cartón, 0.85% de cerámica y finalmente un 0.61% de áridos.

**Gráfico 4.28:** Gráfico de pastel del total, Obra 1

**Elaborado por:** Las autoras

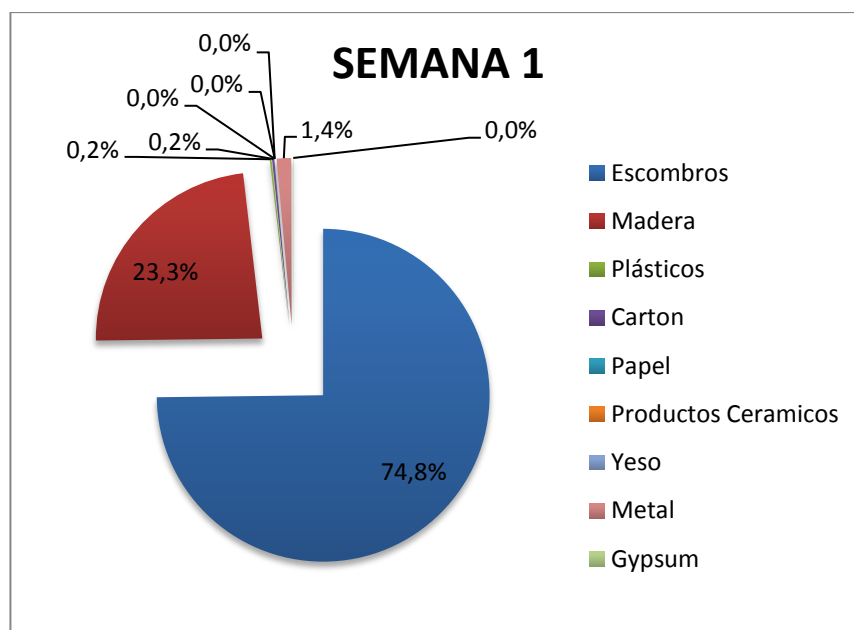
Con el gráfico de pastel para los dos meses de análisis en la Obra 1, se obtiene que el material predominante absoluto fue el de escombros con un 96.57% debido a que en el tiempo de nuestro estudio la obra se encontraba en su etapa inicial, donde se realizaron demoliciones de paredes, pisos y mesones de cada una de las alas.

Al existir semanas en las que se trabajó en hormigonados, acabados y fachadas se contó con la presencia de otros

materiales como madera (0.13%), plásticos (0.92%), cartón (0.97%), papel (0.06%), cerámica (0.18%) y finalmente 1.18% de áridos.

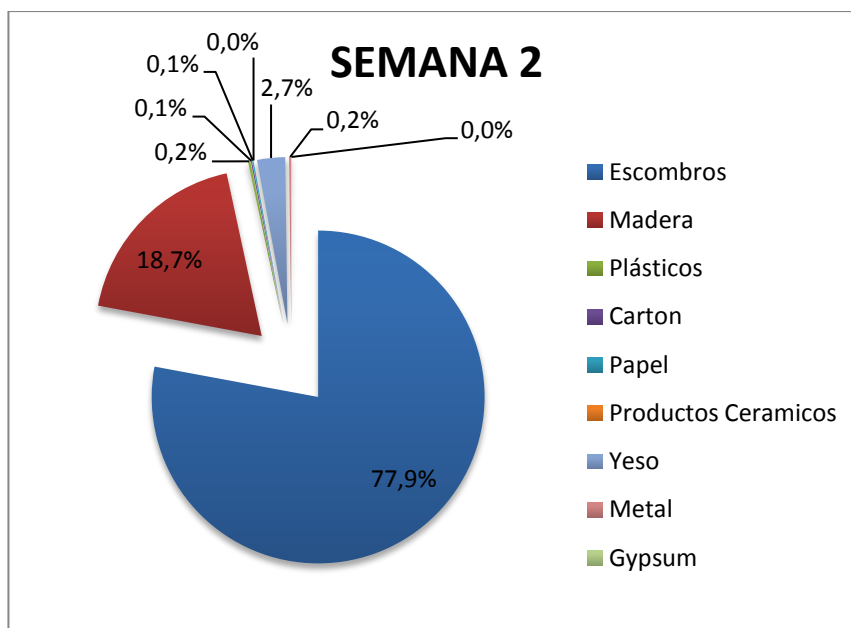
#### 4.4.2. Gráficos de Pastel para Obra 2: Departamentos Vía a la Costa

**Gráfico 4.29:** Gráfico de pastel para la semana 1, Obra 2.



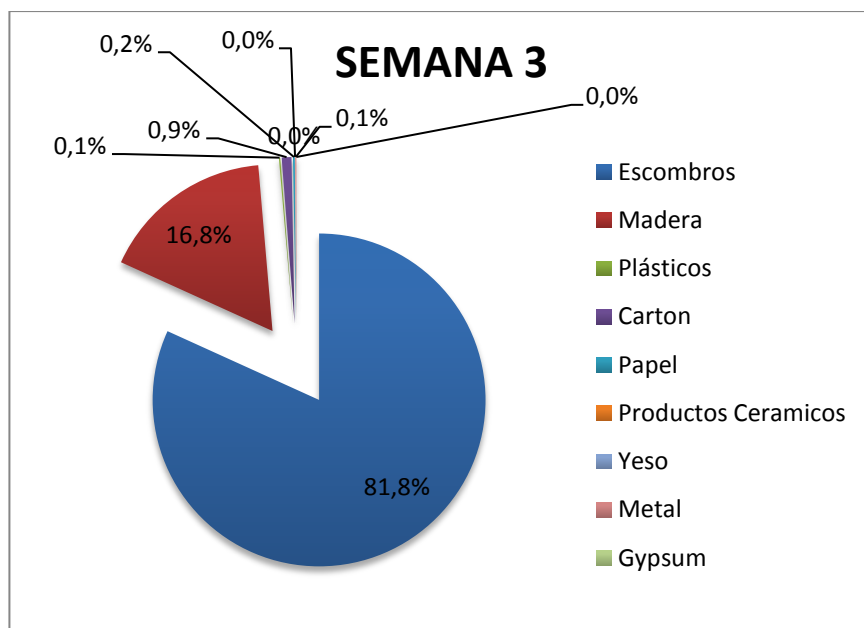
**Elaborado por:** Las autoras

Con un 74.8% los escombros tienen la mayor presencia en la semana 1. La madera con 23.3% es casi un cuarto de la composición de los desechos. De las demás clasificaciones, los metales son los más notorios con 1.4%, los plásticos y la madera alcanzan apenas un 0.2%.

**Gráfico 4.30:** Gráfico de pastel para la semana 2, Obra 2

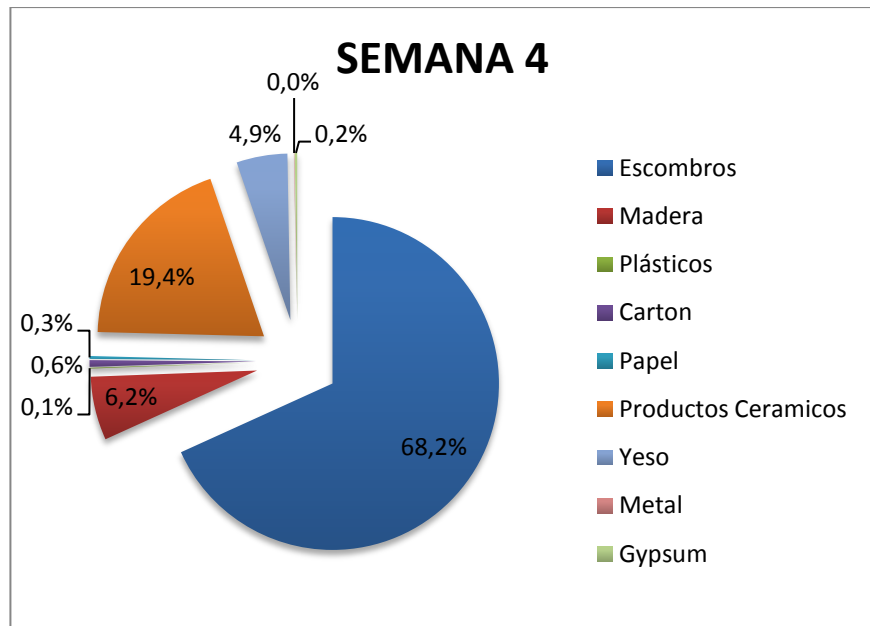
**Elaborado por:** Las autoras

Los escombros con un 77.9% predominan en la composición de los desechos. En esta semana, sobrantes de mortero utilizado para enlucido de interiores y recubrimiento de escaleras, formaban parte de esta clasificación. La madera se encuentra nuevamente en segundo lugar con el 18.7%. Del gráfico se observa que el yeso adquiere presencia con un 2.7%, mientras que los plásticos, cartón, papel y metal se muestran en pequeñas porciones.

**Gráfico 4.31:** Gráfico de pastel para la semana 3, Obra 2

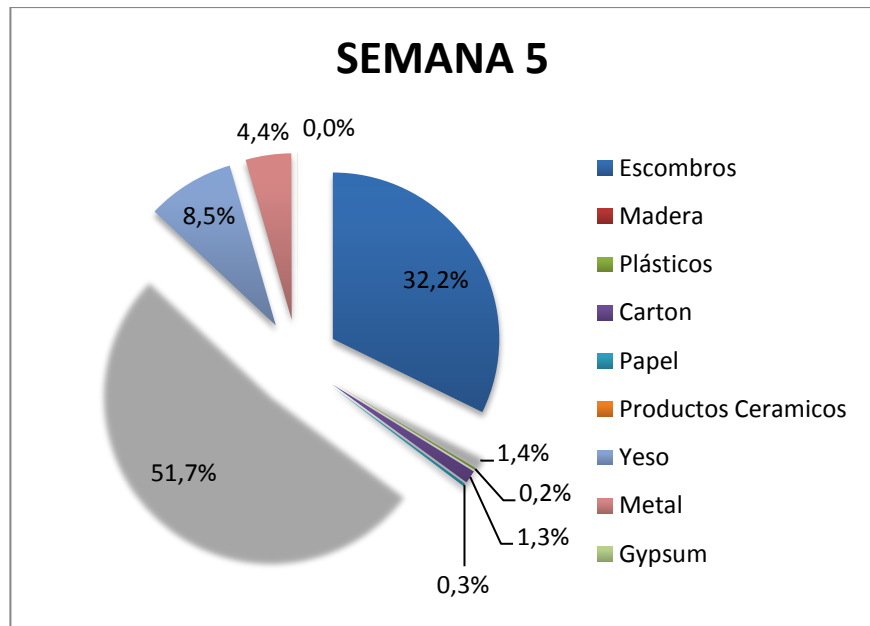
**Elaborado por:** Las autoras

La generación de escombros continúa por sobre el resto de los desechos (81.8%), provenientes de actividades como el recubrimiento en baños y cocinas, instalaciones eléctricas y sanitarias. En esta semana la madera llega a un 16.8%, encontrándose entre los desechos de este tipo algunas parihuelas, recipientes usados para realizar mezclas. Por otro lado, la aparición de los demás tipos de desechos resulta escasa, sobresaliendo el cartón que llega al 0.9%.

**Gráfico 4.32:** Gráfico de pastel para la semana 4, Obra 2

**Elaborado por:** Las autoras

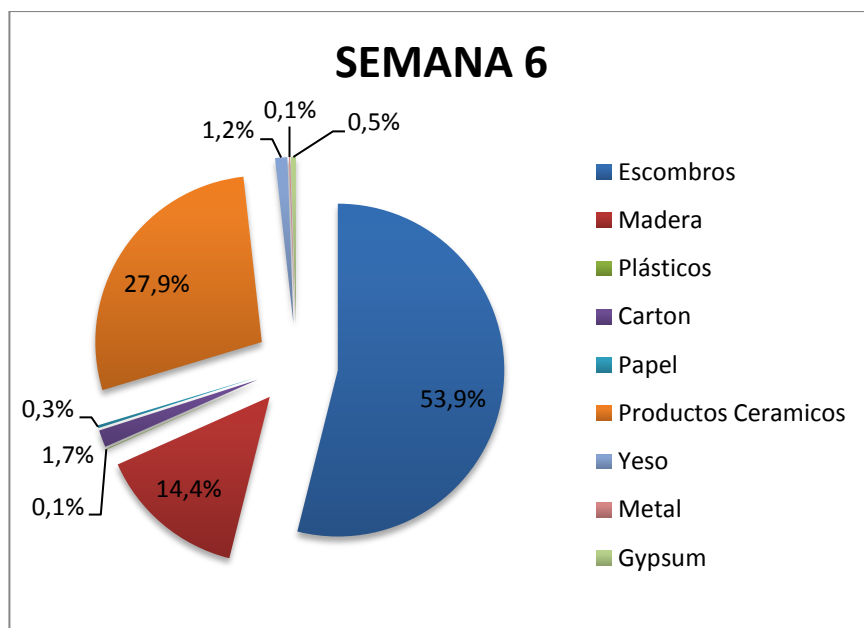
La mayoría de los desechos siguen siendo conformados por escombros (68.2%) pero, en esta semana ya no es la madera ubicada luego de estos, sino los productos cerámicos con un 19.4%. Este porcentaje proviene de actividades como el recubrimiento de pisos con baldosas y de los daños con cerámica. También se observa el aumento del yeso, llegando a un 4.9%, lo que indica se ha trabajado en el tumbado de las habitaciones.

**Gráfico 4.33:** Gráfico de pastel para la semana 5, Obra 2

**Elaborado por:** Las autoras

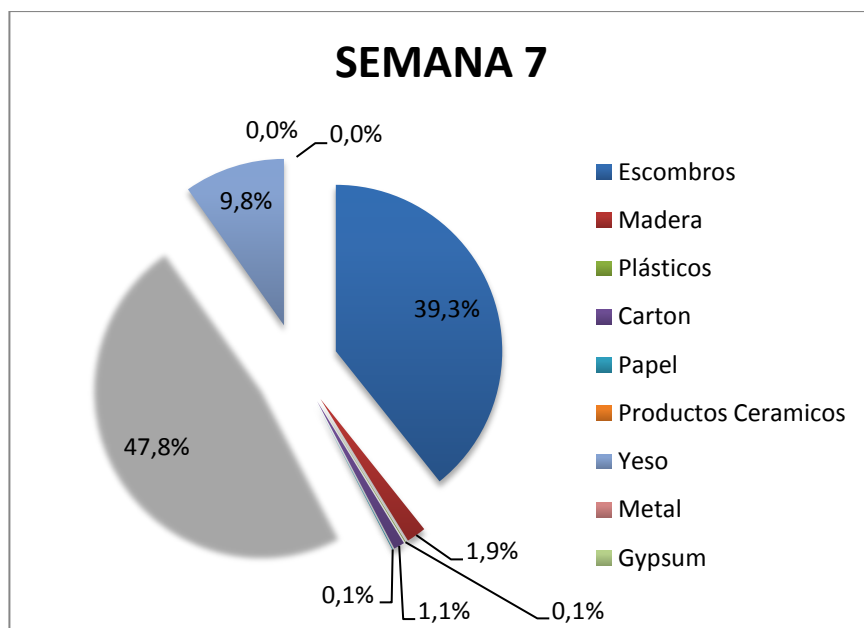
La semana 5 es la primera en no tener como principal componente a los escombros (32.2%), estos fueron relevados al segundo lugar por los productos cerámicos. Con un 51.7% de ellos, se entiende que los acabados en baños, pisos y mesones se siguieron llevando a cabo. Así como la labor con la estructura del tumbado, produciendo una presencia del 8.5% de planchas de yeso.



**Gráfico 4.34:** Gráfico de pastel para la semana 6, Obra 2

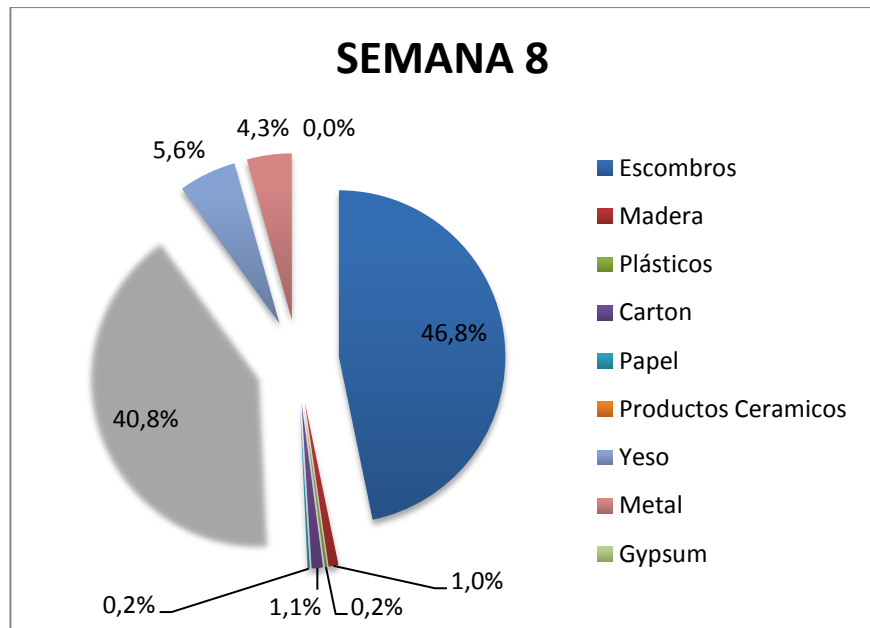
**Elaborado por:** Las autoras

Las divisiones del gráfico de pastel demuestran que, hubo un aumento en la generación de aquellos desechos cuya presencia en semanas anteriores era prácticamente nula. Los escombros con un 53.9%, son seguidos por los productos cerámicos (27.9%) y la madera, que por actividades como la colocación del tumbado y el enlucido de exteriores e interiores, llega a un 14.4%.

**Gráfico 4.35:** Gráfico de pastel para la semana 7, Obra 2

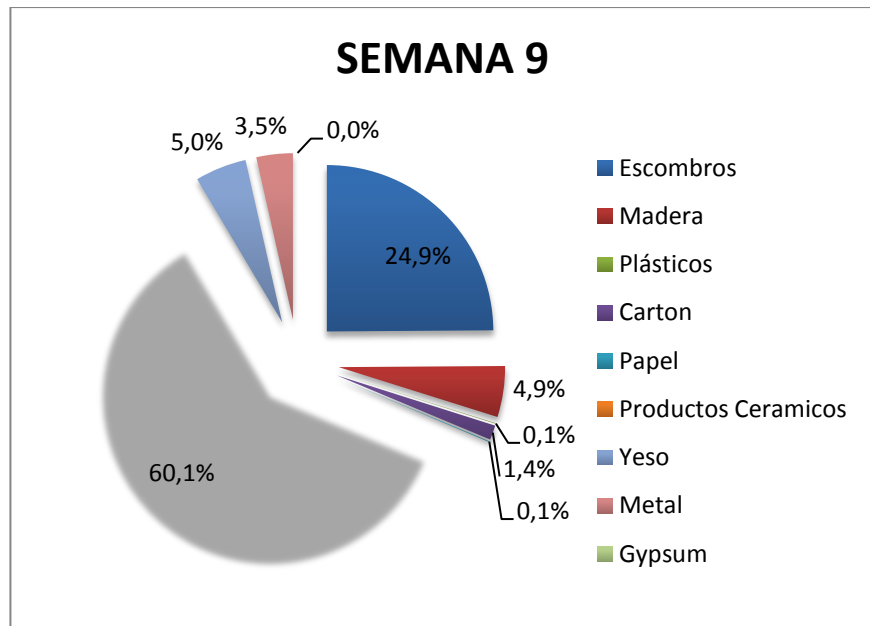
**Elaborado por:** Las autoras

Los productos cerámicos son mayoritarios con un 47,8% por encima de los escombros. Estos seguían proviniendo de los recubrimientos en pisos y baños, con escasos restos del granito para los mesones. La tercera clasificación evidente en el gráfico es el yeso llegando casi al 10%, lo que refleja que se continuó con la instalación del tumbado dentro de las habitaciones. También se puede observar que el metal y los plásticos no se presentan de forma significativa en esta semana.

**Gráfico 4.36:** Gráfico de pastel para la semana 8, Obra 2

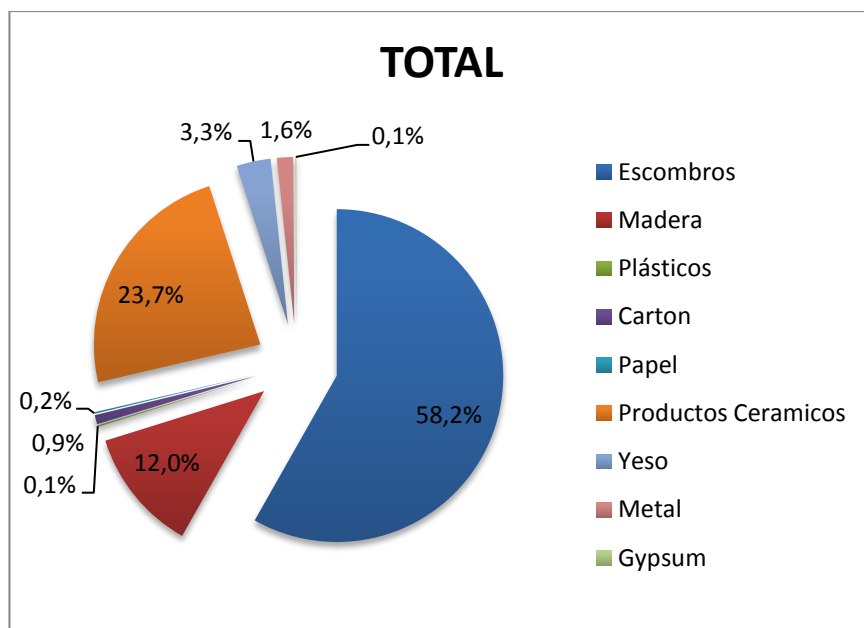
**Elaborado por:** Las autoras

Actividades como la instalación de accesorios eléctricos, de tuberías para la climatización, de tuberías para gas y enlucidos, eran responsables de que se continúe generando escombros (46.8%). La presencia del metal con un 4.3% se debe al trabajo realizado en la fachada, el cual generaba retazos de placas metálicas. Del gráfico se evidencia que el gypsum no llega a ser participe en esta semana.

**Gráfico 4.37:** Gráfico de pastel para la semana 9, Obra 2

**Elaborado por:** Las autoras

En la semana 9, se observa que por primera ocasión, los escombros vienen a formar la cuarta parte de la composición porcentual. Siendo los productos cerámicos constituyentes de la mayoría de esta (60.1%), lo que demuestra que se ha trabajado en más pisos. Así como el porcentaje de yeso (5%) proyecta que siguen las actividades con el tumbado.

**Gráfico 4.38:** Gráfico de pastel del total, Obra 2

**Elaborado por:** Las autoras

Para los dos meses de estudio, la presencia de escombros es sin duda mayoritaria (58.2%), seguida por los productos cerámicos (23.7%) y madera (12%). Aquellos materiales con menos presencia son los plásticos, cartón, papel, yeso, metal y gypsum, conformando apenas el 6.2% entre ellos.

#### **4.5. Identificación y Aprovechamiento de los materiales que se pueden reciclar**

La reutilización de los materiales es la principal fuente de aprovechamiento de los mismos. Por otro lado también está el reciclaje, pero hay que considerar que este proceso no depende sólo de la naturaleza del desecho, sino también del mercado existente. Por lo tanto, si no se cuenta con la tecnología apropiada para el tratamiento de los desechos sólidos, estos simplemente serán descartados. Al existir una notable presencia de materiales en ambas obras, se realizó un breve análisis de cada tipo de desecho sólido encontrado, para plantear que aprovechamiento se le puede dar al mismo.

**Escombros:** Los restos de concreto se pueden usar como sustitutos de agregados para nuevos hormigones. Como se presentan en grandes tamaños, se los tritura hasta tener un tamaño conveniente para la dosificación. Pueden reutilizarse en obra o ser enviados a centros de acopio. En España existen 156 empresas dedicadas al reciclaje de este tipo de desechos [14]. La calidad de los áridos reciclados comparados con los naturales, va a depender del tratamiento que se les dé. Los de baja calidades preferible usarlos solo en mezclas para elementos no estructurales. Para el año 1998

en Dinamarca, se ejecutó un proyecto en el cual al demoler dos puentes, se recicló los escombros usándolos en los cimientos de nuevos edificios [15]. En Zaragoza para la construcción de un edificio de servicios y vestuario, se usó árido reciclado grueso conformando un 20% del hormigón armado para la cimentación, pilares y solera [14].

**Plásticos:** En obra es frecuente hallar envases que sirven de contenedores de aditivos o algún tipo de líquido usado en la construcción, así como también restos de tuberías utilizadas en las instalaciones eléctricas y sanitarias. Este tipo de desecho debe pasar por un proceso de eliminación de contaminantes antes de ser aprovechado, donde se quita tintas en general y residuos. El tratamiento nombrado lo realizan pocas empresas en el país, una se encuentra ubicada en la capital Quito, la cual paga \$ 0.70 el kg de este material. Las tuberías luego de pasar su proceso de reciclaje se convierten en material utilizado en suelas de zapatos, caños, etc. y en el caso de los envases se convierten en nuevos envases pero del mismo tipo.

**Madera:** La madera es reutilizada en las mismas obras, generalmente para encofrados. Aquella que ya forma parte de los

desechos sólidos, se le puede aprovechar su valor energético, por ejemplo ser usada como combustible de calderas.

**Cartón:** El cartón es uno de los materiales que más se recicla. Su presencia en obra se debe a que la mayoría de los materiales vienen en cajas hechas de este material. Al ser reciclado generan productos del mismo material, bolsas y papel de regalo, abono de jardines, tubos de cartón utilizados para contener como por ejemplo toallas de cocina y papel higiénico. Con un precio de \$0,11 el kg.

**Papel:** El cemento es uno de los materiales más usados en obra, el cual viene en bolsas de papel que pueden reciclarse, la empresa Holcim tuvo la iniciativa años atrás de comprar las bolsas por un costo mínimo pero quedó plasmado en una idea ya que actualmente no se implementa. Sin embargo la empresa Reciclar Cia. Ltda. De Quito si las acepta como material para reciclar, ya que cuentan con una primera fase donde se expelen impurezas en el producto antes de procesarlo. Al ser procesado se convierte el papel mismo y el costo de este material considerado papel mixto es de \$0,10 el kg.

**Productos Cerámicos:** Existe el uso que los artesanos como tal, serían capaces de darle para crear arte. Pero también, este material



al ser polvorizado muestra propiedades a considerar como la retención de agua y plasticidad, las cuales se pueden aprovechar en mezclas para morteros de revestimientos.” *Pueden inclusive presentar propiedades puzolánicas, lo cual podría ser un factor de reducción del consumo de cemento o cal*”. [13]

**Metal:** El metal en general tiene mucha presencia en obras civiles y su reciclaje contribuye significativamente a no empeorar la situación actual de contaminación. El acero es completamente reciclable al final de su vida útil y puede ser reciclado un número ilimitado de veces, sin perder calidad. Es usado como materia prima en la industria de la fundición.

**Gypsum/ Yeso:** La presencia de yeso es bastante problemática en un botadero. Cuando este material se moja en un entorno que adolece de oxígeno y contiene materia orgánica, algunos de los sulfato del yeso se disuelven en el agua. Si esto llega a las aguas subterráneas, puede dar lugar a la contaminación por sulfato. Aunque no se aplica aun en el país, este material puede ser reciclado para la generación de yesos nuevos.

De acuerdo a lo expuesto, para ambas obras se pueden reciclar plásticos, metales, cartón y papel. Por estos materiales las recicladoras dan un valor económico presentado en la figura 4.1. Para el acero de refuerzo se hizo el seguimiento a ciertas empresas recicladoras, obteniendo que el precio referencial que oscila entre \$0.35 y \$0.40 por kilo a la fecha.

**Tabla XI:** Precios referenciales del mercado para materiales reciclables.

	(ctv/kg)
Cartón	\$ 0,11
PET	\$ 0,75
Plástico limpio	\$ 0,17
Papel mixto	\$ 0,10
Papel blanco	\$ 0,18
Papel periódico	\$ 0,02
Chatarra electrónica	\$ 0,09
Chatarra	\$ 0,14
Aluminio	\$ 0,53
Vidrio	\$ 0,08

**Fuente:** Ministerio del Ambiente 2014.

Con los datos que se obtuvo del estudio, se calculó la obtención económica que hubiera resultado si estos desechos hubieran sido enviados a recicladoras.

**Tabla XII:** Obtención económica de materiales reciclables de Obra 1.

<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD (kg)</b>	<b>COSTO (\$ / kg)</b>	<b>OBTENCION ECONOMICA(\$)</b>
Cartón	737.70	0.11	81.15
Plásticos	701.45	0.70	491.02
Papel	44.46	0.10	4.45
			<b>576.62</b>

**Elaborado por:** Las autoras

**Tabla XIII:** Obtención económica de materiales reciclables de Obra 2.

<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD (kg)</b>	<b>COSTO (\$/ kg)</b>	<b>OBTENCION ECONOMICA (\$)</b>
Cartón	214.82	0.11	23.63
Plásticos	33.52	0.70	23.46
Papel	36.50	0.10	3.65
Metal	377.09	0.35	131.98
			<b>182.72</b>

**Elaborado por:** Las autoras

#### **4.6. Resultados comparativos entre ambas obras**

Si bien las obras no son de iguales dimensiones, que sean de diferente actividad generadora, permite plantear semejanzas y diferencia sobre los tipos de desechos sólidos encontrados en ellas.

Así se tiene las siguientes comparaciones.

- En cuanto a tipos de desechos sólidos generados, para ambas obras se contó con la presencia de escombros, madera, plásticos, cartón, papel y productos cerámicos. Pero adicionalmente en la Obra 2 se encontró yeso, metal y gypsum. Materiales que fueron usados principalmente en acabados.
- La Obra 1 por tratarse de una remodelación, tiene como principal actividad la demolición. Los escombros generados superan en gran cantidad al encontrado en la Obra 2, aproximadamente en una relación 3 a 1 de este material.
- La presencia de madera en la Obra 2, resultó mayor debido a la cantidad de pisos donde se realizaban las actividades nombradas anteriormente, y al empleo de palets. A comparación con la Obra 1, donde este material fue usado como encofrado de unos pocos elementos estructurales (vigas, columnas y dinteles), lo que repercute en su baja generación.
- La diferencia de los plásticos generados resultó del tipo de obra. En la Obra 1 fueron más, a razón de cambiar el sistema

de tuberías existentes en los pisos donde se realizó la remodelación, mientras que en la Obra 2 provenían de pocos retazos de tuberías y envases de ciertos productos como aditivos.

- En la Obra 1 la presencia de cartón fue mayor, ya que se cambiaron todas las instalaciones en el tiempo del estudio, instalaciones cuyos accesorios venían en cajas de cartón. A diferencia de la Obra 2, donde al no iniciarse este tipo de trabajos su presencia fue mínima, el cartón procedía principalmente de empaques de cerámica. Es decir que la diferencia existió por avance de obra.

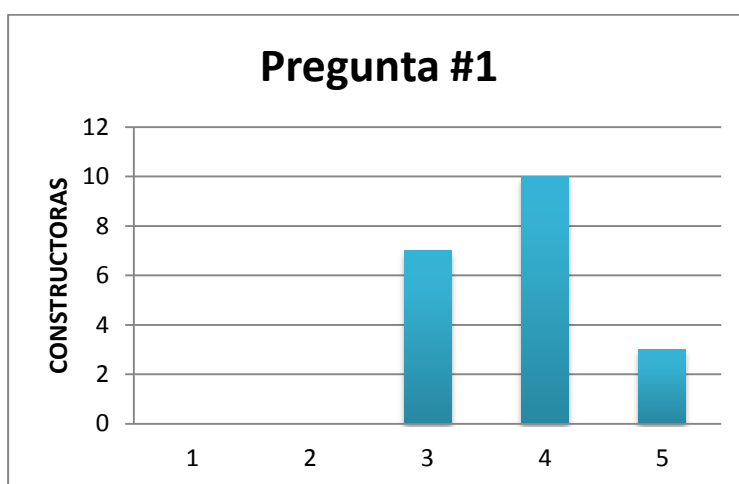
#### **4.7. Análisis de la encuesta emitida a las Constructoras**

El análisis que se realizó para presentar los resultados de la encuesta es univariado. Es decir que se examina una variable a la vez. De acuerdo a las preguntas, sus respuestas serán visualizadas mediante gráficos de barras simples. Con una muestra de 20 constructoras provenientes de la ciudad de Guayaquil, se obtuvo:

**PREGUNTA 1: En términos generales, ¿Cuánto conocimiento tiene usted acerca del manejo de desechos sólidos de origen constructivo (es decir producido en obras civiles)?**

**(Se podrán calificar con valores del 1 al 5 donde 1 será la calificación más baja y 5 la más alta).**

**Gráfico 4.39:** Gráfico de barras pregunta 1

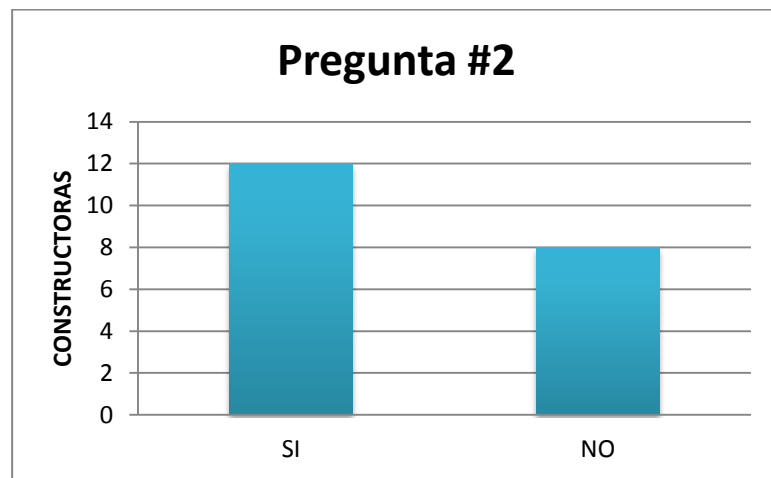


**Elaborado por:** Las autoras

La mitad de las constructoras encuestadas aseguraron tener un conocimiento de 4 sobre 5, acerca del manejo adecuado de desechos sólidos de construcción. De acuerdo al gráfico de barras, la mínima calificación aceptada fue de 3.

**PREGUNTA 2: ¿Realiza en sus obras algún tipo de clasificación a sus desechos sólidos de construcción antes de enviarlos a su depósito final?**

**Gráfico 4.40:** Gráfico de barras pregunta 2



**Elaborado por:** Las autoras

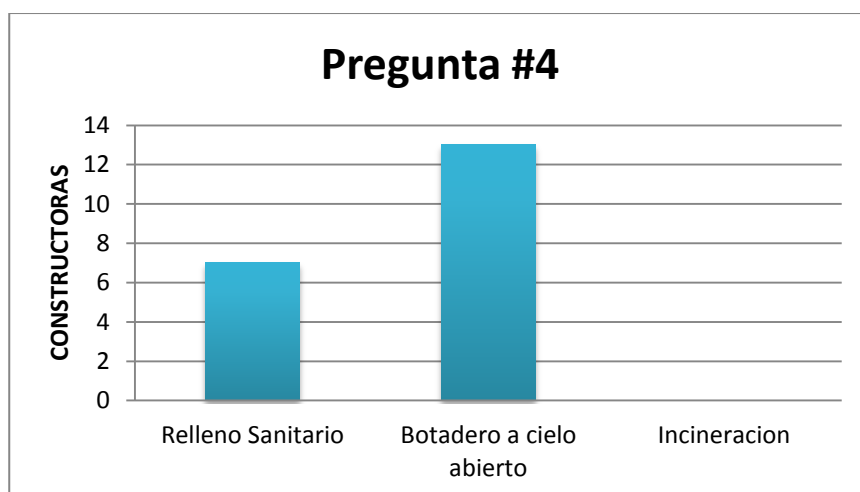
De las 20 constructoras, 12 contestaron que realizaban algún tipo de clasificación respecto a sus desechos en obra.

**PREGUNTA 3: Si su respuesta fue Si en la pregunta 2, ¿Qué disposición final le da a los materiales clasificados, que entidad se encarga de esto?**

La pregunta 3 dependía de la respuesta obtenida en la pregunta 2, al contestar que realizaban algún proceso de clasificación se les pidió exponer cuál era la disposición que le daba a los materiales clasificados. Algunos aprovechan el material resultante de hacer excavaciones, puesto que si es de buena calidad lo usan en otras zonas de la misma obra como relleno. También venden papel, cartón y metales a diferentes empresas recicladoras para que reciban su adecuado proceso, pero ninguna de las constructoras supo dar nombres de estas empresas.

**PREGUNTA 4: ¿Qué disposición final tienen sus desechos sólidos de construcción?**

**Gráfico 4.41:** Gráfico de barras pregunta 4



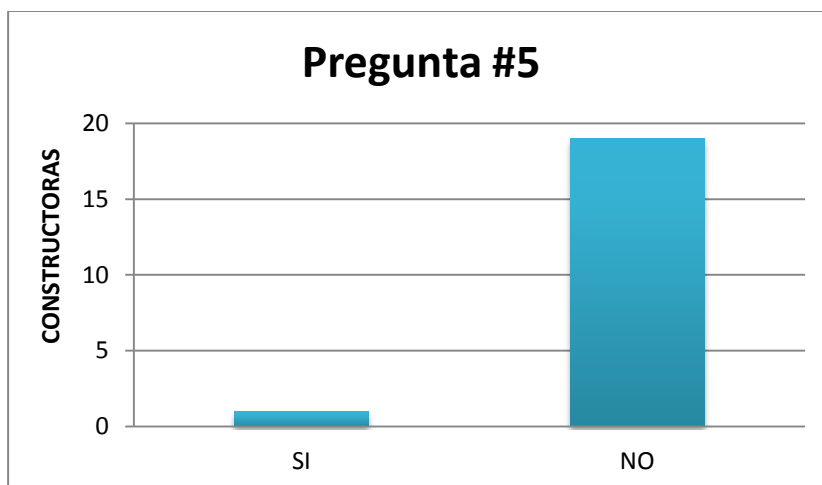
**Elaborado por:** Las autoras



Se les preguntó cuál era la disposición final que les dan a sus desechos, la mayoría de las constructoras optan por botadero a cielo abierto en lugares designados por el municipio de la ciudad.

**PREGUNTA 5: ¿Ha tenido algún tipo de inconveniente legal (multas) relacionado al manejo de desechos sólidos de construcción que ha generado? ¿Cuál?**

**Gráfico 4.42:** Gráfico de barras pregunta 5

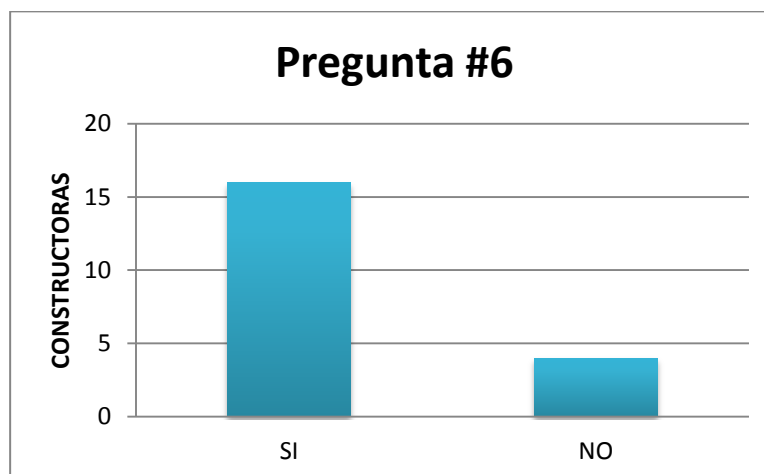


**Elaborado por:** Las autoras

Lo que refiere a problemas a causa del mal manejo de desechos, solo una constructora contestó que los tuvo debido a que invadió la vía pública con los mismos, por lo cual tuvo que pagar una sanción con la municipalidad de Guayaquil.

**PREGUNTA 6: ¿Sabía que según el TULAS (texto unificado de legislación ambiental) usted está en la obligación de evitar la acumulación de estos materiales, dejar limpia la zona afectada en la vía pública y que puede ser sancionado por los costos que demande el servicio de desalojo y sus recargos correspondientes?**

**Gráfico 4.43:** Gráfico de barras pregunta 6

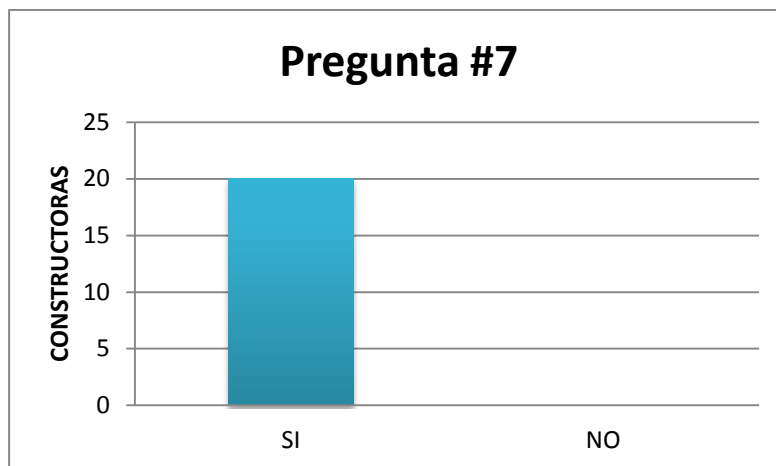


**Elaborado por:** Las autoras

En base a la pregunta 6, podemos notar que un 80% de las constructoras encuestadas conocen las posibles sanciones de realizarse un mal manejo de sus desechos. Pero aunque sea en una pequeña fracción, igual existe el desconocimiento de la normativa y ordenanzas vigentes.

**PREGUNTA 7: Al saber que este tipo de desechos es peligroso, ¿Realizaría algún tipo de clasificación? ¿Cuál?**

**Gráfico 4.44:** Gráfico de barras pregunta 7

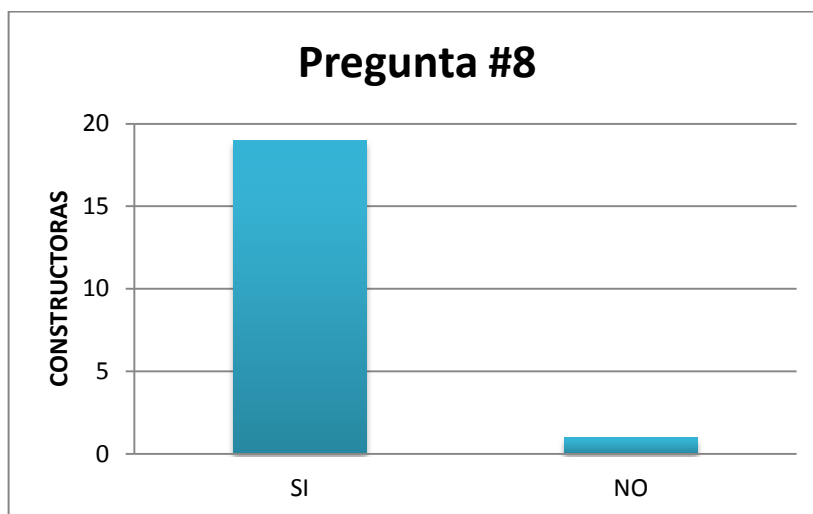


**Elaborado por:** Las autoras

Las constructoras están de acuerdo en un 100% que al conocer este tipo de desechos (de obras civiles) puede llegar a considerarse peligroso, se debería realizar una clasificación de los mismos en obra, para de esta manera sean tratados adecuadamente.

**PREGUNTA 8: ¿Opina usted que las autoridades deberían proporcionar mayor información sobre el tema y de esta manera llevar un control del mismo?**

**Gráfico 4.45:** Gráfico de barras pregunta 8



**Elaborado por:** Las autoras

Y por último el 95% de las constructoras comparten la idea de que las autoridades deberían proporcionar más información acerca del tema, brindar capacitaciones, etc. para de esta manera evitar futuros inconvenientes.

# **CAPITULO V**

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. Conclusiones**

1. El método de inspección visual resultó el más adecuado, para la identificación de los tipos de desechos sólidos de origen constructivo. En ambas obras se pudo observar materiales en común como fueron los escombros, plásticos, papel, cartón y cerámica. La Obra 2 debido al diseño de sus acabados, presentó adicionalmente los materiales metal, yeso y gypsum.

2. Para estimar la generación de desechos sólidos fue necesario la aplicación de dos metodologías, esto debido a la disposición de los mismos en cada obra. Para la Obra 1 se realizó el pesaje directo de los desechos con ayuda de una báscula, a comparación de la Obra 2 donde se tomaron volúmenes, que para luego expresarlos en cantidades de masa se utilizó la densidad, propiedad física de los materiales calculada para el propósito.
3. Existen en el país muchas normativas y ordenanzas cuyo objetivo principal es el de instruir a la población sobre el manejo adecuado de los desechos sólidos, y darles a conocer las posibles sanciones en el caso de hacerlo de una manera incorrecta. Lo que respecta a desechos de origen constructivo el TULAS y ciertas ordenanzas de la ciudad de Guayaquil hacen referencia, al ser la construcción una de las actividades que más desperdicios produce, de acuerdo a lo que se observó ninguna de las 2 obras en estudio incumplió con estas normativas.
4. De acuerdo a los datos obtenidos durante el tiempo de estudio, se presentó un análisis descriptivo mediante herramientas

estadísticas, las cuales mostraron dos características fundamentales en la generación de los desechos sólidos, que son la variación de ellos y su composición. Con las series temporales, se observó que la generación de cada tipo de desecho va a ir acorde al avance de la obra. Y con los gráficos de pastel, se concluye que los materiales que integren los desechos generados depende del tipo de obra, siendo los escombros aquellos con mayor presencia.

5. Los materiales que pueden ser reutilizados o reciclados son el metal, los plásticos, el papel y el cartón. Dado que el origen de estos desechos es constructivo, muchos pueden contener impurezas que deben ser tratadas antes de utilizarlos como materia prima en otro proceso. En base a sondeos se encontró una recicladora en Quito que es capaz de darles este tratamiento. Para los demás materiales existen tecnologías usadas en otros países, como lo es el agregado verde proveniente de triturar los escombros; o en vías de desarrollo, como el aprovechamiento de las propiedades de la cerámica y el yeso. Por lo tanto, si no se cuenta con los procesos adecuados para tratar al desecho, este no podrá ser reciclado.

6. Las respuestas de la encuesta realizada a 20 constructoras, demostraron que con el conocimiento que tienen del manejo de los desechos sólidos, aun les es necesario que se difunda más información por parte de las autoridades competentes, acerca de las sanciones y la correcta forma de clasificar los desechos de este origen. También se evidencia que un poco más de la mitad de ellas realiza algún tipo de segregación en la fuente.

## **5.2. Recomendaciones**

1. En el método empleado en la Obra 2 para el cálculo de la densidad, es recomendable recrear en lo posible la disposición del material en obra, debido a que la densidad de un cuerpo geométrico sólido es diferente a la densidad de uno con vacíos, y la acumulación en obra de cada tipo de desecho representa esta última.
2. La costumbre constructiva (no llevar un control adecuado de los materiales, sus rendimientos y desperdicios) como uno de los factores que afectan la generación de los desechos (sección 2.2.3), fue percibida en ambas obras, mostrando que todavía no



es la adecuada, por esto se recomienda capacitar al personal de trabajo, para tener un mejor control de los materiales, reduciendo costos y la generación de desechos innecesarios.

3. La construcción de obras es ejecutada por un personal, que como tal, también generan desechos, dando como resultado la mezcla de los desechos orgánicos e inertes, para prevenirla se recomienda realizar segregación en la fuente y tener los lugares de acopio adecuados. También de esta manera se evita contaminación al suelo y la proliferación de vectores.
4. Debido a la falta de conocimiento La M.I. Municipalidad de Guayaquil debería impartir charlas de capacitación a las empresas constructoras, para que implementen un manejo adecuado en sus desechos.
5. Dado que la industria de la construcción por ser una de las mayores en el país, aporta con una gran cantidad de desechos sólidos, se sugiere considerar algunos de los aprovechamientos expuestos en la sección 4.5, ya sea para aplicación o desarrollo de tecnologías, porque mediante el reciclaje o reutilización se

reduce la generación, aumentando la vida útil de las escombreras.

6. La ley de contratación pública (LOSNCP) podría implementar como obligación para los contratistas, el realizar segregación en la fuente y reciclar un cierto porcentaje de los desechos generados en obra, de esta manera se garantizará la ejecución de estas actividades.

## BIBLIOGRAFIA

1. Diario El Universo. Industria de la construcción la que más apporto al crecimiento del 2013. Guayaquil. 23 de Abril del 2014.
2. INEC. Instituto nacional de estadísticas y censos. Censo Nacional Económico 2010. Obtenido el 19 de Noviembre del 2014, 20:05.  
<http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Infoeconomia/info10.pdf>.
3. TULAS. Texto unificado de legislación Ambiental. Anexo VI.
4. Bernache G., Sanchez S., Garmendia A, Davila A y Sanchez M. Solid waste characterization study in the Guadalajara metropolitan zone. 2001.
5. G, Tchobanoglous, H Theisen, y y Vigil S. *Gestion integral de residuos solidos*. 1994.
6. Mackenzie L, Davis. Ingenieria y ciencias ambientales. 2005
7. GOBIERNO DE MEXICO. Guia de elaboracion de planes maestros para la gestion integral de los residuos solidos municipales.

8. ESCALA DE VALORES DE GESTION. Obtenido el 10 de Diciembre del 2014, 10:12  
[http://www.bvsde.paho.org/curso\\_rsm/e/unidad2.html](http://www.bvsde.paho.org/curso_rsm/e/unidad2.html)
  
9. MIPRO. MINISTERIO DE INDUSTRIAS Y PRODUCTIVIDAD.  
Obtenido el 22 de enero del 2015, 09:32.  
<http://aplicaciones.mipro.gob.ec/sircarv1/admsri/formsri.php>
  
10. Constitucion de la Republica del Ecuador, Articulos 264 y 415.
  
11. Ley de Gestion ambiental, Articulos 8,19 y 20.
  
12. Norma INEN 2841, estandarización de colores para recipientes.
  
13. UICN, Oficina Regional para Mesoamérica y la Iniciativa Caribe. San José, Costa Rica. Guia de manejo de escombros y otros residuos de la construccion. 2011. Obtenido el 2 de febrero del 2015, 23:54.
  
14. Guía Española de Áridos Reciclados procedentes de Residuos de Construcción y Demolición (RCD). Proyecto GEAR, Asociación Española de Gestores de Residuos de la Construcción y Demolición. (GERD). 2012.
  
15. Nordic Action – plan for cleaner technology, waste and reuse. Nordisk Ministerrad. En Model cities urban best practices. Singapore, 1999.