



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Civil

**CARACTERIZACIÓN, ADMINISTRACIÓN Y MANEJO DE LOS  
RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN EN PROYECTOS DE INGENIERÍA**

**Lesly Yamileth Orozco Escobar**

Asesorado por el Ing. Jorge Luis Briones Tello

Guatemala, julio de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**CARACTERIZACIÓN, ADMINISTRACIÓN Y MANEJO DE LOS  
RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN EN PROYECTOS DE INGENIERÍA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**LESLY YAMILETH OROZCO ESCOBAR**

ASESORADO POR EL ING. JORGE LUIS BRIONES TELLO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA CIVIL**

GUATEMALA, JULIO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Juan Carlos Linares Cruz
EXAMINADOR	Ing. Mario Estuardo Arriola Ávila
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **CARACTERIZACIÓN, ADMINISTRACIÓN Y MANEJO DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN EN PROYECTOS DE INGENIERÍA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,  
el día 8 de febrero de 2012.

  
**Lesly Yamileth Orozco Escobar**

Guatemala, 21 de abril 2014

Licenciado

Manuel María Guillen Salazar

Jefe del Departamento de Planeamiento

Facultad de Ingeniería

Guatemala

Respetable Licenciado:

Por medio de la presente, le informo a usted, que como asesor de la estudiante universitaria de la carrera de Ingeniería Civil, **Lesly Yamileth Orozco Escobar**, procedí a revisar el trabajo de graduación titulado: **Caracterización, Administración y Manejo de los Residuos de Construcción en Proyectos de Ingeniería**, el cual encuentro satisfactorio.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitando darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

  
Ing. Jorge Luis Briones Tello





**USAC**  
**TRICENTENARIA**  
 Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala,  
 23 de abril de 2014

Ingeniero  
 Hugo Leonel Montenegro Franco  
 Director Escuela Ingeniería Civil  
 Facultad de Ingeniería  
 Universidad de San Carlos

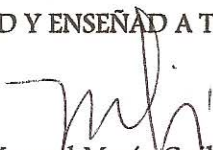
Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **CARACTERIZACIÓN, ADMINISTRACIÓN Y MANEJO DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN EN PROYECTOS DE INGENIERÍA**, desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil **Lesly Yamileth Orozco Escobar**, quien contó con la asesoría del Ing. Jorge Luis Briones Tello.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
 Lic. Manuel María Guillén Salazar  
 Jefe del Departamento de Planeamiento



FACULTAD DE INGENIERIA  
 DEPARTAMENTO  
 DE  
 PLANEAMIENTO  
 USAC

Manuel María Guillén Salazar  
 ECONOMISTA  
 Colegiado No. 4758

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





**USAC**  
**TRICENTENARIA**  
 Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 Escuela de Ingeniería Civil



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Jorge Luis Briones Tello y del Jefe del Departamento de Planeamiento, Lic. Manuel María Guillén Salazar, al trabajo de graduación de la estudiante Lesly Yamileth Orozco Escobar, titulado **CARACTERIZACIÓN, ADMINISTRACIÓN Y MANEJO DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN EN PROYECTOS DE INGENIERÍA** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
 Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco 

Guatemala, julio 2014.

/bbdeb.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua





DTG. 355.2014

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **CARACTERIZACIÓN, ADMINISTRACIÓN Y MANEJO DE LOS RESIDOS DE CONSTRUCCIÓN EN PROYECTOS DE INGENIERÍA**, presentado por la estudiante universitaria **Lesly Yamileth Orozco Escobar**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 25 de julio de 2014

/gdech





## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por haberme dado una vida maravillosa en la cual se me concedieron las capacidades que me permiten alcanzar este logro y por darme la fuerza para sobrepasar los obstáculos.
- Mis padres** Amilcar Orozco Chew y Carolina Escobar Zimeri, por su amor y apoyo incondicional y ser una fuente de motivación, por su apoyo constante durante mi formación profesional y por ser personas ejemplares en mi vida. Este triunfo está dedicado a ustedes.
- Mis hermanas** Por su comprensión, cariño y por ser una razón más para mi superación.
- A todas las mujeres de mi familia** Por ser ejemplo de trabajo duro, constancia, amor y apoyo incondicional hacia sus familias y hacia mí.
- Mis amigos** Por haber compartido conmigo durante años esta serie de retos y principalmente por haber formado este lazo de amistad que durará toda la vida.

**Mi novio**

Luis Gustavo Belches, por su apoyo y cariño incondicional.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

### **Mi asesor**

El ingeniero civil Jorge Luis Briones Tello, por haberme acompañado pacientemente durante el proceso de elaboración de este documento y haberme brindado su tiempo y apoyo.

### **La Universidad de San Carlos de Guatemala**

Por ser la casa de estudios que me formó como profesional y haberme permitido vivir en ella etapas tan importantes que contribuyeron a mi crecimiento personal.

### **Facultad de Ingeniería**

Por permitirme ser hoy una orgullosa ingeniera y ser parte de esta querida Facultad.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN .....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	XIX
1. PROYECTOS DE INGENIERÍA .....	1
1.1. Definición .....	1
1.2. Generalidades.....	1
1.3. Tipos de proyectos.....	2
1.3.1. De acuerdo a su objetivo.....	4
1.4. Fases .....	5
1.4.1. Preinversión .....	5
1.4.2. Diseño .....	7
1.4.3. Inversión.....	8
1.4.4. Operación y funcionamiento.....	9
2. RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN .....	11
2.1. Definición .....	11
2.2. Tipos .....	11
2.2.1. Desechos sólidos generales .....	14
2.2.2. Desechos sólidos pétreos .....	14
2.2.3. Desechos peligrosos .....	14
2.3. Origen (actividades).....	14

2.4.	Características.....	15
2.4.1.	Cantidad .....	16
2.4.2.	Diferencias entre residuos y desechos .....	17
2.4.3.	Ciclo de vida de los residuos .....	19
2.5.	Usos .....	21
2.6.	Importancia socioeconómica .....	22
2.7.	Antecedentes de manejo de residuos de construcción.....	24
2.7.1.	Guatemala .....	24
2.7.2.	Otros países.....	25
2.8.	Alternativas de gestión .....	26
2.8.1.	A nivel internacional.....	27
2.8.2.	A nivel nacional.....	28
3.	GESTIÓN DE LOS DESECHOS DE CONSTRUCCIÓN .....	35
3.1.	Definición.....	35
3.2.	Antecedentes.....	35
3.3.	Construcción sostenible.....	35
3.4.	Análisis aspectos ambientales.....	38
3.4.1.	Generalidades.....	38
3.4.1.1.	Normativa.....	38
3.4.1.2.	Herramientas de gestión .....	39
3.4.2.	Impactos ambientales .....	39
3.4.3.	Medidas de mitigación .....	42
4.	SITUACIÓN ACTUAL EN GUATEMALA GESTIÓN DE RESIDUOS EN LA CONSTRUCCIÓN .....	45
4.1.	Antecedentes.....	45
4.2.	Legislación aplicable.....	46
4.2.1.	Constitución Política de la República de Guatemala ...	48

4.2.2.	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.....	49
4.2.3.	Acuerdos y convenios internacionales .....	51
4.2.4.	Otras instituciones.....	52
4.3.	Descripción .....	55
4.4.	Investigación empresas y profesionales construcción .....	55
4.4.1.	Generalidades.....	55
4.4.2.	Alcance .....	56
4.4.3.	Medios utilizados.....	57
4.4.4.	Encuesta .....	58
5.	ANÁLISIS RESULTADOS.....	61
5.1.	Generalidades.....	61
5.2.	Tabulación, gráficas y análisis de resultados.....	61
5.3.	Propuesta alternativas gestión de los residuos de construcción.....	92
5.3.1.	Descripción .....	92
5.3.2.	Tipos .....	95
5.3.3.	Beneficios.....	100
	CONCLUSIONES .....	103
	RECOMENDACIONES .....	105
	BIBLIOGRAFÍA.....	107



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Tipos de residuos de construcción .....	13
2.	Ciclo de vida de los materiales de construcción .....	20
3.	Disposición inadecuada de residuos de construcción en la ciudad capital .....	25
4.	Basureros clandestinos en el municipio de Guatemala 2009-2010 .....	31
5.	Manejo de residuos de construcción en obra .....	36
6.	Gráfica con porcentajes de los años de experiencia en la construcción de las empresas encuestadas .....	62
7.	Gráfica con porcentajes sobre el conocimiento del término gestión ambiental .....	64
8.	Gráfica con porcentajes sobre el conocimiento del término Producción más Limpia.....	65
9.	Gráfica con porcentajes sobre el conocimiento del término construcción sostenible.....	67
10.	Gráfica de porcentajes obtenidos según las principales actividades que la empresa desarrolla .....	68
11.	Gráfica de porcentajes que muestra la cantidad de empresas que cuentan con una política ambiental interna.....	70
12.	Gráfica de porcentajes que muestra la cantidad de empresas que cuentan con medidas de seguridad industrial.....	71
13.	Gráfica de porcentajes que muestra los tipos de proyectos desarrollados .....	73



14.	Gráfica de porcentajes que muestra la ubicación de los proyectos desarrollados.....	74
15.	Gráfica de porcentajes que muestra los tipos de sistemas constructivos utilizados.....	76
16.	Gráfica de porcentajes que muestra la cantidad de encuestados que realiza Estudios de Impacto Ambiental (EIA) .....	78
17.	Gráfica de porcentajes que muestra la importancia de los impactos generados en la construcción.....	80
18.	Gráfica de porcentajes que muestra la cantidad de encuestados que cuentan con procedimientos para la mitigación de impactos .....	81
19.	Gráfica de porcentajes que muestra los beneficios obtenidos en el manejo de residuos de construcción .....	83
20.	Gráfica de porcentajes que muestra la cantidad de encuestados que conoce la diferencia entre desecho y residuo .....	85
21.	Gráfica de porcentajes que muestra la cantidad de encuestados que cuentan en obra con un procedimiento para la clasificación de residuos.....	86
22.	Gráfica de porcentajes que muestra quién es responsable del transporte de residuos de construcción.....	88
23.	Gráfica de porcentajes que muestra si las personas encuestadas conocen en dónde se disponen los residuos de construcción.....	89
24.	Gráfica de porcentajes que muestra dónde se disponen los residuos de construcción .....	91
25.	Jerarquía de aplicación para la gestión de residuos.....	96

## TABLAS

I.	Volumen de materias primas utilizadas en la construcción .....	8
II.	Desglose de escombros recibidos en vertederos.....	12
III.	Clasificación de residuos de construcción de acuerdo a la actividad..	15
IV.	Cifras de producción de residuos de construcción en la Unión Europea .....	16
V.	Distribución de materiales reciclables recolectados diariamente en el basurero de la zona 3 .....	18
VI.	Posibilidades de reutilización de los fragmentos de ladrillo y concreto .....	22
VII.	Situación de botaderos clandestinos en la ciudad de Guatemala .....	30
VIII.	Resumen impactos ambientales negativos generados por el uso de materiales de construcción .....	41
IX.	Municipalidades que cuentan con Reglamento para el Manejo de los Desechos Sólidos .....	54
X.	Resultados obtenidos mediante encuesta en relación con la cantidad de años de experiencia de la empresa en la construcción ...	61
XI.	Resultados obtenidos mediante encuesta en relación al conocimiento del término gestión ambiental .....	63
XII.	Resultados obtenidos mediante encuesta en relación al conocimiento del término Producción más Limpia .....	65
XIII.	Resultados obtenidos mediante encuesta en relación al conocimiento del término construcción sostenible .....	66
XIV.	Resultados obtenidos mediante encuesta en relación a las actividades principales que desarrolla la empresa.....	68
XV.	Resultados obtenidos mediante encuesta en relación a la aplicación de una política ambiental dentro de la empresa.....	69

XVI.	Resultados obtenidos mediante encuesta en relación a la aplicación de medidas de seguridad industrial en la empresa ...	71
XVII.	Resultados obtenidos mediante encuesta en relación al tipo de proyectos que realiza la empresa.....	72
XVIII.	Resultados obtenidos mediante encuesta en relación a la ubicación de los proyectos realizados.....	74
XIX.	Resultados obtenidos mediante encuesta en relación al sistema constructivo utilizado.....	75
XX.	Resultados obtenidos mediante encuesta en relación al cumplimiento de la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA).....	77
XXI.	Resultados obtenidos mediante encuesta en relación al tipo de impactos ambientales generados durante el manejo de residuos de construcción y la importancia de cada uno.....	79
XXII.	Resultados obtenidos mediante encuesta en relación a la aplicación de procedimientos para la mitigación de impactos ambientales.....	81
XXIII.	Resultados obtenidos mediante encuesta en relación a los beneficios del manejo de residuos de construcción.....	82
XXIV.	Resultados obtenidos mediante encuesta en relación al conocimiento de los términos desecho y residuo.....	85
XXV.	Resultados obtenidos mediante encuesta en relación a los procedimientos en obra para clasificación de residuos de construcción.....	86
XXVI.	Resultados obtenidos mediante encuesta en relación al transporte de residuos de construcción.....	87
XXVII.	Resultados obtenidos mediante encuesta en relación al conocimiento del destino de los residuos de construcción generados.....	88

XXVIII.	Resultados obtenidos mediante encuesta en relación al lugar en dónde se disponen los residuos de construcción.....	90
---------	---	----



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>A</b>	Área
<b>cm</b>	Centímetro
<b>°C</b>	Grado Celsius
<b>h</b>	Hora
<b>kg</b>	Kilogramo
<b>m</b>	Metro
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado
<b>%</b>	Porcentaje
<b>RCD</b>	Residuos de construcción y demolición
<b>T</b>	Tonelada
<b>u</b>	Unidad



## GLOSARIO

<b>Ambiente</b>	Conjunto o sistema de elementos naturales y artificiales de naturaleza física, química, biológica o sociocultural, en constante interacción y en permanente modificación por la acción humana o natural, que rige y condiciona la existencia y desarrollo de la vida en sus múltiples manifestaciones.
<b>Área de influencia</b>	Espacio sobre el cual inciden los impactos directos e indirectos de un proyecto o actividad.
<b>Contenedor</b>	Se refiere a cualquier recipiente en el cual un material es almacenado, transportado, o manipulado de algún modo.
<b>Escombrera</b>	Área destinada para la eliminación de escombros y restos de demolición no aprovechables (materiales inertes), que pueden ser naturales (por ejemplo, hondonadas o depresiones) o creadas por el hombre (por ejemplo, canteras abandonadas).
<b>Gestión</b>	Conjunto de los métodos, procedimientos y acciones desarrollados por la Gerencia, Dirección o Administración del generador de residuos, sean estas personas naturales o jurídicas y por los prestadores



del servicio de desactivación y del servicio público especial de aseo, para garantizar el cumplimiento de la normatividad vigente sobre residuos.

**Hormigón**

Mezcla compuesta de piedras menudas, cemento y arena que se emplea en la construcción por su gran dureza y resistencia.

**Impacto ambiental**

Alteración negativa o positiva del medio natural o modificado como consecuencia de actividades de desarrollo, que puede afectar la existencia de la vida humana, así como los recursos naturales renovables y no renovables del entorno.

**Materiales de construcción**

Arenas, gravas, piedra, asfalto, concreto y agregados sueltos, de construcción o demolición. Capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación. Ladrillo, cemento, acero, hierro, mallas, madera, formaleta y similares.

**Recurso natural**

Elemento natural susceptible de ser aprovechado por el ser humano.

**Residuos de construcción**

Material residual que se produce en los procesos de construcción, renovación o demolición de estructuras.

## **RESUMEN**

La industria de la construcción en Guatemala es fuente importante de ingresos y generadora de empleos dentro de la economía local, es de las actividades de mayor importancia para el desarrollo del país. También es de las actividades que más impactos negativos provocan en el ambiente debido a la modificación del uso del suelo, la cantidad y volumen de los residuos que se generan en la construcción de nuevas obras, demolición y remodelación de estructuras existentes.

Se consideran desechos o residuos de construcción y demolición aquellos que se generan en el entorno urbano y no se encuentran clasificados dentro de los residuos domiciliarios y comerciales urbanos, es de vital importancia que se les dé una adecuada gestión y se implementen en los proyectos buenas prácticas de manejo, lo que puede contribuir en gran medida a disminuir el impacto negativo de la construcción hacia el medio ambiente. La cuantificación del volumen de producción y composición de los residuos de la construcción todavía se enfrenta al problema de la falta de datos o estadísticas fiables.

En este trabajo se plantea caracterizar los desechos de la construcción así como analizar y presentar posibles alternativas de manejo y gestión, el tema se considera como prioridad debido al auge y crecimiento de la industria de la construcción que obliga a tomar medidas de protección hacia el ambiente.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Generar propuestas de alternativas viables para la reutilización, uso y manejo de materiales de desechos en la construcción de proyectos de ingeniería.

### **Específicos**

1. Caracterizar el tipo de desechos que se generan durante las actividades de construcción de proyectos de ingeniería.
2. Conocer las diferentes alternativas de manejo y gestión de los residuos de construcción.
3. Identificar el ciclo de vida de los residuos de construcción generados en los proyectos de ingeniería.
4. Contribuir a mantener y mejorar el medio ambiente en Guatemala a través de propuestas para mejorar la reutilización, uso y manejo de materiales de residuos en la construcción.
5. Promover la reducción del consumo de materia prima que proviene de recursos no renovables, a fin de atenuar los efectos de la extracción sobre el medio ambiente natural.



## INTRODUCCIÓN

Se consideran desechos o residuos de construcción y demolición aquellos que se generan en el entorno urbano y no se encuentran clasificados dentro de los residuos domiciliarios y comerciales urbanos, por costumbre se consideran en su gran mayoría sólidos y como parte de la basura del proyecto, y son desechados y sacados del mismo sin recibir tratamiento previo ni importar su disposición final, o se queman en el mismo proyecto produciendo emisiones perjudiciales para el ambiente

En el capítulo uno del trabajo se presentan aspectos teóricos sobre los proyectos de ingeniería como lo son su definición, generalidades, tipos y fases. En el capítulo dos, se aborda el tema de los residuos de construcción incluyendo su definición, tipos, características, usos e importancia socioeconómica entre otros.

Luego del análisis de proyectos de ingeniería y de los residuos de construcción se desarrolla en el capítulo tres, la gestión de los desechos de construcción, presentando su definición y antecedentes, así como se toca el tema de la construcción sostenible, impactos ambientales y medidas de mitigación necesarias. El capítulo cuatro, contiene el estudio realizado sobre la gestión de los residuos de construcción en el área metropolitana del departamento de Guatemala, por medio de llenado de encuestas por empresas, profesionales y particulares relacionados con la construcción.

Posteriormente en el capítulo cinco, se presenta el análisis de los resultados obtenidos del estudio realizado, información de los cinco capítulos

que sirvió de base para las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo. Asimismo, se hace referencia a la bibliografía consultada.

# **1. PROYECTOS DE INGENIERÍA**

## **1.1. Definición**

Como proyecto de ingeniería se define al conjunto de escritos, cálculos y dibujos que se hacen para dar idea de cómo será y debe llevar una obra de arquitectura o ingeniería, lo que significa un conjunto de documentos ordenados para proceder con precisión a ejecutar una obra.

## **1.2. Generalidades**

La construcción difiere de otras actividades industriales en la falta de continuidad y la fluctuación de la demanda, la falta de un producto uniforme, la dispersión geográfica de las operaciones que plantea problemas particulares de logística y control, riesgos particulares por las fuerzas de la naturaleza, la oferta de mano de obra, la situación económica, entre otros.

El proyecto surge de la observación de una necesidad insatisfecha y debido a un adecuado diagnóstico de la realidad, se obtiene una satisfacción parcial o total de la necesidad, por lo que una acertada definición del proyecto radica en la consistencia y coherencia entre la necesidad insatisfecha detectada en el diagnóstico y la solución propuesta a través del proyecto, su ciclo de vida se compone de varias fases características no siempre bien diferenciadas, pero que deben ser analizadas individualmente.

Los parámetros para su definición y control (objeto de proyecto; presupuesto; programación, entre otros), no son actividades de rutina, requieren



la participación de las más diversas áreas de la organización e institucionales para minimizar los riesgos (financieros, económicos, imagen de la empresa, expansiones / adecuaciones futuras, impacto ambiental, entre otros).

### **1.3. Tipos de proyectos**

Un proyecto comprende los esfuerzos temporales que se realizan para crear un producto, servicio o un resultado único. Existen múltiples tipos de proyectos algunos se pueden clasificar en:

- De infraestructura civil: comprenden la inversión que se realice en obras civiles y que construye infraestructura que aporta beneficios económicos o sociales, la clasificación de las obras de infraestructura civil comprende las vías terrestres de comunicación, obras hidráulicas, sanitarias, portuarias y edificaciones.
- De educación: comprende el planeamiento de un proceso para alcanzar una meta educativa, tiene como función coordinar todas las acciones de la comunidad educativa para alcanzar los objetivos de los centros educativos.
- De seguridad: puede comprender temas de seguridad ciudadana tanto como seguridad ocupacional, incluyendo prevención de riesgos de accidentes, enfermedades profesionales y los derivados.
- De desarrollo sostenible: es un proyecto social y económico de una comunidad que incluye al medio ambiente como un elemento, tanto para mejorar la economía como para ser protegido durante un período.
- De investigación: es un procedimiento que, siguiendo el método científico,

puede recabar todo tipo de información y formular hipótesis acerca de cierto fenómeno social o científico, empleando las diferentes formas de investigación.

- Económico: pretende alcanzar mediante un programa de desarrollo económico comunitario objetivos particulares que fomenten el desarrollo económico de una región o una comunidad en particular.

Cada proyecto de ingeniería civil es único; recibe de modo exclusivo su planeamiento, desarrolla sus etapas de investigación y de diseño, requiere de su construcción y de las tareas de monitoreo y control hasta su finalización, de acuerdo con el *Project Management Institute* (PMI) las características de un proyecto son:

- Temporal: cada proyecto tiene un comienzo y un final definidos. El final se alcanza cuando se han logrado los objetivos del proyecto o cuando queda claro que los objetivos del proyecto no serán o no podrán ser alcanzados, cuando la necesidad del proyecto ya no exista y el proyecto sea cancelado. Temporal no necesariamente significa de corta duración; muchos proyectos duran varios años. En cada caso la duración de un proyecto es limitada.
- Genera productos, servicios o resultados únicos.
- Elaboración gradual: es una característica de los proyectos que acompaña a los conceptos de temporal y único.

Los proyectos de infraestructura se relacionan con la inversión en obras civiles que puede ser de uso económico (beneficiando la producción) o de uso social, mejorando las condiciones de vida de las comunidades, estos proyectos incluyen el equipamiento respectivo, en general se tienen tres tipos de infraestructura: comunicaciones, transporte y redes de energía.

Los proyectos de ingeniería civil incluyen puentes, edificios, estructuras inteligentes; plantas generadoras de energía termoeléctricas, hidráulicas y nucleares, puertos, muelles, canales de navegación, túneles, acueductos, autopistas, vías de ferrocarril, aeropuertos y otros sistemas, plantas de tratamientos de residuos sólidos, de aguas de desecho, entre otros.

### **1.3.1. De acuerdo a su objetivo**

Existen diversas maneras de clasificar los proyectos, o de generar una clasificación mediante la cual se logre dar orden o agrupar los proyectos de manera lógica y congruente. Una de las formas que a continuación se presenta es según la finalidad u objetivo que se persigue con la inversión:

- Inversión privada: consiste en crear un plan que permita obtener una rentabilidad económica a partir de la inversión de un capital.
- Inversión pública: es un proyecto en el cual el estado invierte recursos para lograr el bienestar social de una comunidad a la vez que obtiene un beneficio económico.
- Inversión social: son proyectos que se realizan para lograr alguna obra que beneficie a una comunidad, en algunos casos el apoyo económico es poco y proviene de la misma comunidad en donde ellos mismos

establecen sus reglas y administran sus fondos. Pueden ser también parcial o totalmente cubiertos por alguna otra entidad o el mismo gobierno. Estos proyectos no buscan una remuneración económica, sino solamente que los beneficios permanezcan una vez ejecutado el proyecto.

#### **1.4. Fases**

Toda actividad humana requiere, en mayor o menor medida, de infraestructura, el desempeño de todo proyecto desde el inicio de su estudio hasta su materialización constituye su ciclo de vida, esto es el proceso de transformación de la idea de inversión en un proyecto, su ejecución, su operación y su posterior abandono, es posible distinguir las siguientes fases componentes del ciclo de vida de un proyecto, según se clasifican en el contenido del curso de Planeamiento de la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala:

##### **1.4.1. Preinversión**

Incluye todas aquellas actividades tendientes a definir el proyecto, a estructurar sus características fundamentales y a determinar la conveniencia o no, de su realización. Si se conceptualiza al proyecto como un proceso, se observará que éste se compone de un conjunto de actividades destinadas a asignar y transformar recursos, previo a la etapa de inversión.

Si bien este proceso de transformación adquiere especificidades en cada proyecto, es posible efectuar algunas generalizaciones, por cuanto se asimila a un proceso productivo compuesto de numerosas etapas, en cada una de las cuales el proyecto va revelando su potencialidad. Ello permite ir adoptando

decisiones en torno a la conveniencia de profundizar el estudio del proyecto, modificarlo, postergarlo, abandonarlo, o bien, ejecutarlo y ponerlo en operación.

En virtud de ello, se puede distinguir las siguientes etapas, las que siguen el orden cronológico en el cual se presentan:

- Generación de la idea de proyecto: está asociada a la identificación del problema, y consiste en puntualizar la necesidad insatisfecha, o problema por resolver, su localización geográfica, la identificación de los beneficios esperados, los objetivos, el sector de la economía y la institución que lo identifica.
- Estudio de perfil: en esta etapa se incorpora información adicional y se precisa aquella proveniente del nivel anterior. La información adicional debe referirse a la cuantificación preliminar de la oferta, la demanda y el tamaño del proyecto a partir de la información disponible; un análisis preliminar de las alternativas técnicas, una estimación de montos de inversión, costo anual de operación promedio y vida útil. Con base en la información anterior se debe realizar una evaluación técnicoeconómica de las alternativas planteadas como solución al problema.
- Estudio de pre-factibilidad: en esta etapa se precisa con mayor detalle la información proveniente del nivel anterior y se incorporan datos adicionales para descartar ciertas alternativas y perfeccionar las restantes. Para cada una de las alternativas se harán evaluaciones económicas y técnicas, con el propósito de identificar aquellas que resultan o presentan la mayor rentabilidad económica y social, y descartar las restantes.

- Estudio de factibilidad: consiste en perfeccionar la alternativa que presente mayor rentabilidad económica y social, reduciendo su rango de incertidumbre a límites aceptables mediante la realización de todos los estudios que sean necesarios.

#### **1.4.2. Diseño**

Durante esta fase deben plantearse las posibles alternativas existentes, analizar la viabilidad de las mismas y, a través de un estudio comparativo, justificar la propuesta de la solución que se considere más idónea en los aspectos técnicos, medio ambientales, constructivos, estéticos y económicos.

Esta solución posteriormente debe quedar suficientemente definida, descrita y valorada en los correspondientes documentos constituyentes del proyecto para poderse construir y explotar, la fase de diseño consiste en:

- Planteamiento de alternativas.
- Análisis comparativo de su viabilidad.
- Justificación de la solución propuesta, desde el punto de vista:
  - Técnico
  - Social
  - Medio ambiental
  - Constructivo
  - Económico
- Redacción de los documentos necesarios para su construcción y explotación.

### 1.4.3. Inversión

La etapa de construcción del proyecto corresponde a la fase de la inversión de los recursos, se caracteriza porque se deben transformar los recursos monetarios según el presupuesto de inversión elaborado, en recursos humanos, físicos y materiales para proceder a su combinación, con la finalidad de obtener el resultado esperado de la inversión y en el tiempo previsto. De especial relevancia en esta etapa son las variables tiempo y monto de la inversión. El presupuesto de inversión comprende los rubros de mano de obra, maquinaria, mobiliario y equipo, materiales de construcción, gastos administrativos, entre otros.

En la tabla siguiente se indica una posible distribución del volumen en porcentaje de las materias primas utilizadas en la construcción.

Tabla I. **Volumen de materias primas utilizadas en la construcción**

<b>Materiales</b>	<b>Porcentaje en volumen (%)</b>
Arena	60
Yeso natural	1
Metales	4
Gravas	14
Caliza( producción de cemento)	6
Arcilla	6
Piedra natural	4
Madera	2
Petróleo ( plásticos)	3
	<b>100</b>

Fuente: elaboración propia.

#### **1.4.4. Operación y funcionamiento**

Corresponde a la etapa de producción, cuando el proyecto comienza a producir el bien o servicio para el cual fue ejecutado. Los puntos centrales de esta fase son los relativos a la eficiencia y la flexibilidad. En términos de eficiencia se debe lograr un nivel, a lo menos igual al considerado en la etapa de preparación del proyecto, sobre la base de la cual se determinaron sus costos, su rentabilidad y se decidió su ejecución, de lo contrario, el proyecto tendrá una rentabilidad inferior a la estimada inicialmente.

En cuanto a la flexibilidad se debe tener en cuenta que siempre que el objetivo principal para el cual fue concebido el proyecto sea cumplido, la operación y el funcionamiento pueden ser flexibles, según lo establecido en la etapa de preparación del proyecto.





## **2. RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN**

### **2.1. Definición**

Se considera residuo de la construcción al material residual que se produce en los procesos de construcción, renovación o demolición de estructuras.

### **2.2. Tipos**

Se pueden clasificar de diferentes maneras de acuerdo al criterio que se considere, de manera general se acostumbra clasificar a los residuos de construcción en: sólidos generales, sólidos pétreos y peligrosos.

La Lista Europea de Residuos (lista LER), los clasifica de la siguiente manera:

- Concreto, ladrillos, tejas y materiales cerámicos.
- Madera, vidrio y plástico.
- Mezclas bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados.
- Metales (incluidas sus aleaciones).
- Tierra (incluida la excavada de zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje.
- Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen asbesto.
- Materiales de construcción a partir de yeso.
- Otros residuos de construcción y demolición.

Los residuos que llegan a vertederos contienen un 75 por ciento de escombros desglosados así:

Tabla II. **Desglose de escombros recibidos en vertederos**

Material	Porcentaje (%)
Ladrillo, azulejo y otros cerámicos	54
Hormigón	12
Piedra	5
Arena, grava y otros áridos	4
Madera	4
Vidrio	0,5
Plásticos	1,5
Metales	2,5
Asfalto	5
Yeso	0,2
Papel	0,3
Basura	7
Otros	4
	100

Fuente: elaboración propia.

A continuación se presentan algunos de los residuos de construcción que se generan en proyectos de ingeniería.

Figura 1. Tipos de residuos de construcción

	
<b>Hormigón, ladrillos, tejas, cerámicos y escombros limpios</b>	<b>Metales</b>
	
<b>Madera</b>	<b>Vidrio</b>
	
<b>Cartón y papel</b>	<b>Plásticos</b>

Fuente: elaboración propia.

### **2.2.1. Desechos sólidos generales**

Por sus características se incluyen los siguientes: papel, cartón, vidrio, metales (aluminio, hierro, cobre, alambre), madera, plásticos, telas (trapos, gasas, fibras), tarros de pintura entre otros.

### **2.2.2. Desechos sólidos pétreos**

Se incluyen los siguientes: escombros de demoliciones y restos de construcciones, residuos de concreto solidificados, ladrillos y agregados como arena y piedra.

### **2.2.3. Desechos peligrosos**

Constituidos principalmente por residuos de productos químicos tales como ácidos, solventes, pegamentos entre otros. En estos casos el tratamiento que se le debe dar al desecho depende de las recomendaciones del fabricante.

## **2.3. Origen (actividades)**

Los residuos generados por actividades asociadas a la construcción están constituidos generalmente por un conjunto de fragmentos o restos de tabiques, piedras, tierra, concreto, morteros, madera, alambre, resina, plásticos, yeso, cal, cerámica, tejados, pisos y varillas, principalmente.

En la siguiente tabla se presenta la clasificación de los residuos de construcción de acuerdo a la actividad que los genera.

Tabla III. **Clasificación de residuos de construcción de acuerdo a la actividad**

Actividad	Objeto	Componentes Principales	Observaciones
Demolición	Viviendas	Antiguas: mampostería, ladrillo, madera, yeso, tejas, adobe. Recientes: ladrillo, concreto, hierro, acero, metales y plásticos.	Los materiales dependen de la edad del edificio y del uso concreto del mismo en el caso de los de servicios. Los materiales dependen mucho de la edad y el tipo de infraestructura a demoler. No es una actividad frecuente.
	Otros edificios	Industriales: concreto, acero, ladrillo, mampostería. Servicios: concreto, ladrillo, mampostería, hierro, madera.	
	Obras públicas	Mampostería, hierro, acero, concreto armado.	
Construcción	Excavación edificación	Tierra, rocas, concreto, hierro, acero, ladrillos, bloques, tejas, materiales cerámicos.	Normalmente se reutilizan en gran parte en las mismas obras o en otras que requieran material. Originados básicamente por recortes, materiales rechazados por su inadecuada calidad y roturas por deficiente manipulación. Generación de residuos poco significativa en el caso de edificación.
	Obras públicas	Plásticos, materiales no férreos.	
	Mantenimiento y remodelación	Viviendas: cal, yeso, madera, tejas, materiales cerámicos, pavimentos, ladrillo. Otros: concreto, acero, mampostería, ladrillo, yeso, cal, madera.	

Fuente: AGUILAR, Alfonso. *Reciclado de Materiales de Construcción*. Madrid, España 2004. p. 39.

#### 2.4. Características

La composición y cantidad de desechos generados por las actividades de construcción depende directamente de varios aspectos; del proceso de donde estos provengan es decir, si son producto de demolición de estructuras nuevas u obras viejas que cumplieron su vida útil y de la tecnología utilizada en los procesos.

### 2.4.1. Cantidad

Es un hecho que la cantidad de residuos de demolición y construcción está directamente asociada al crecimiento de esta actividad en el país, es razonable pensar que estos tienen gran potencial para ser reusados, reciclados y reducidas sus cantidades si se aplican adecuadas políticas de gestión y manejo en la ejecución de los proyectos.

La cuantificación del volumen de producción y composición de los residuos de la construcción todavía se enfrenta al problema de la falta de datos o estadísticas fiables (una obra de demolición genera  $\pm 900 \text{ kg/m}^2$  de residuos, mientras que una obra nueva genera  $\pm 200 \text{ kg/m}^2$ ).

Tabla IV. **Cifras de producción de residuos de construcción en la Unión Europea**

País	Producción (miles T.)	Producción per cápita (kg/hab/año)	Observaciones
Alemania	53 000	880	Solo antigua RFA
Bélgica	7 000	700	(1)
Dinamarca	6 500	1 275	
España	11 000	285	(2)
Francia	30 400	580	Datos de 1978
Grecia	N.D.		
Holanda	14 000	940	
Irlanda	400	110	(1)
Italia	2 750	50	Datos de 1977 (3)
Luxemburgo	48	185	Datos de 1976 (3)

Continuación de la tabla IV.

Portugal	400	45	(1)
Reino Unido	50 000	900	(1)

N.D.: Dato no disponible.

(1): No incluye tierras de excavación ni RCD provenientes de obras públicas.

(2): Solo incluye residuos de demolición de edificios.

(3): Incluye residuos de demolición y de construcción de nuevos edificios.

Fuente: AGUILAR, Alfonso. *Reciclado de Materiales de Construcción*. Madrid, España 2004. p. 45.

De acuerdo al Perfil Ambiental 2006 elaborado el Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA), en el país diariamente se generan desechos sólidos por un monto de entre 6 000 a 7 000 toneladas, de las cuales, el 54 por ciento se producen en las zonas urbanas y el restante 46 por ciento en zonas rurales.

#### **2.4.2. Diferencias entre residuos y desechos**

Es importante entender que si bien los términos residuos y desechos de la construcción son considerados sinónimos, existe diferencia entre estos términos. Actualmente algunos de los residuos de materiales con potencial para ser utilizados nuevamente en los procesos o reciclados son considerados desecho y forman parte de la basura sin ningún tipo de clasificación o tratamiento previo.

- Residuos son aquellos sobrantes de material de los procesos que tienen potencial para ser nuevamente utilizados en el mismo u otro proyecto para un mismo fin.



- Desechos aquellos materiales que ya no tienen potencial para ser reciclados recuperados o reutilizados por lo tanto deben ser desechados.

Según el primer informe sobre desechos sólidos domiciliarios, elaborado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), en el 2007 la distribución de la composición de los desechos sólidos en 80 municipios, la generación por estrato de los desechos orgánicos son el 44 por ciento de los desechos sólidos, en cuanto a los inorgánicos reciclables 41 por ciento (vidrio, caucho y plásticos; metales, papel y cartón) los demás porcentajes equivalen a suelo y otros. En la siguiente tabla se presenta la distribución de los materiales reciclables recolectados diariamente en el basurero de la zona 3 de la ciudad de Guatemala:

Tabla V. **Distribución de materiales reciclables recolectados diariamente en el basurero de la zona 3**

Producto (material)	Porcentaje %	Kilogramo
Papel	49,04	194 953,38
Vidrio	32,68	129 915,91
Aluminio	5,01	19 916,73
Metales	4,94	19 638,45
Madera	3,69	14 669,21
Plástico	3,14	12 482,74
Textiles	1,42	5 645,06
Cueros	0,06	238,52

Fuente: *el mercado del tratamiento de residuos sólidos en Guatemala*. Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Guatemala.

### **2.4.3. Ciclo de vida de los residuos**

El análisis del ciclo de vida de los residuos permite contar con la información mediante la cual se establecen criterios objetivos en la toma de decisiones hacia un desarrollo sostenible. Al igual que los desechos sólidos, los residuos de construcción tienen un ciclo de vida que incluye las siguientes etapas:

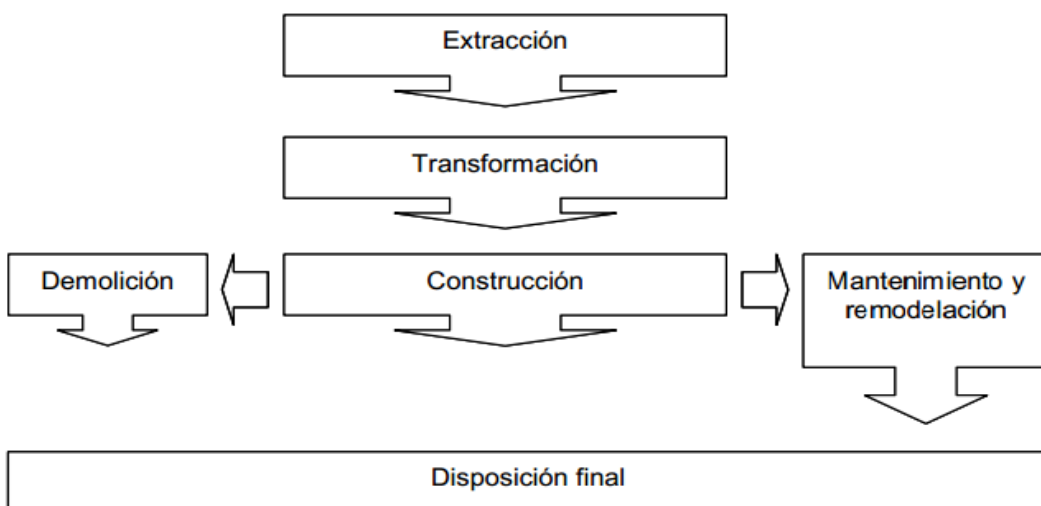
- **Recolección:** es el proceso mediante el cual se establecen las acciones que deben realizar los trabajadores para recoger y trasladar los desechos, generados en los procesos constructivos hasta un sitio destinado para este propósito. Es necesario especificar la metodología, frecuencia, los responsables y considerar estrictos estándares de seguridad.
- **Separación:** es el proceso que describe las acciones, procedimientos para clasificar determinados componentes o materiales. Los materiales clasificados como especiales o desechos peligrosos, deberán ser manejados en forma especial.
- **Almacenamiento:** se debe realizar basándose en el principio de aseguramiento de las condiciones de protección ambiental y de la salud humana, así como el cumplimiento de lo establecido en la legislación. Esta actividad se ejecuta de ser posible en el lugar de generación, las particularidades del mismo están en función de la actividad que se realiza en el área. El almacenamiento puede realizarse en envases o recipientes diseñados para este fin (dependerán del tipo de material a almacenar, del tamaño y volumen).
- **Tratamiento en el sitio:** dependerá del tipo de material y de las características después de su uso o aplicación. En el caso de los

desechos de construcción se pueden utilizar los siguientes procesos: reciclaje, recuperación y reúso.

- Transporte: el transporte hasta el sitio de disposición final debe efectuarse bajo las más estrictas normas de seguridad y respeto ambiental y ético. Los residuos que serán trasladados del sitio de construcción hacia el relleno sanitario serán aquellos considerados como basura.
- Disposición final: es la operación final, debe ser controlada y ambientalmente segura. La disposición final puede realizarse de varias formas, normalmente se dispone de las siguientes alternativas: rellenos sanitarios y vertederos municipales.

En la siguiente figura se presenta el ciclo de vida de los materiales de construcción.

Figura 2. **Ciclo de vida de los materiales de construcción**



Fuente: elaboración propia.

## 2.5. Usos

Una condición necesaria para que los productos reciclados encuentren su mercado como sustituto para las materias primas, es que satisfagan las exigencias técnicas y sean económicamente competitivos.

En Estados Unidos de América la Asociación Federal de Carreteras en 1985 durante la ampliación de 7 000 carreteras en Wyoming, recicló los pavimentos de hormigón con lo que se ahorró el 16 por ciento del costo total de la obra; en España se han usado más de 18 000 toneladas de material reciclado para la reparación de caminos en zonas agrícolas. Algunos de los usos comunes que se le pueden dar a los materiales reciclados son:

- Materia prima para la producción de cemento y áridos en la producción de hormigón.
- El concreto, la piedra y el asfalto pueden molerse y utilizarse en la construcción de vías. El concreto y la piedra también pueden utilizarse como relleno (la recuperación y reciclaje de residuos de construcción de Alemania, Holanda o Bélgica oscilan entre el 20 y el 90%).
- En Guatemala actualmente se realiza por parte de empresas privadas el reciclaje de material asfáltico por medio de la remoción del mismo directamente de las calles con maquinaria especial, para su posterior uso en la misma pavimentación de caminos.
- Los residuos de la construcción se pueden utilizar en rellenos sanitarios como material para la conformación de caminos internos e inclusive como material de cobertura final entre capas de desechos.

La siguiente tabla incluye las posibilidades de reutilización de los fragmentos de ladrillo y concreto, que se generan en los proyectos.

Tabla VI. **Posibilidades de reutilización de los fragmentos de ladrillo y concreto**

Aplicación	Proyecto ejemplo	Material residual
Agregados en hormigón nuevo	Carreteras de hormigón	Hormigón triturado
	Aeropuertos, puertos y autopistas	"
	Pavimentos de hormigón en general	"
	Cañerías de hormigón	"
	Alcantarillado de hormigón	"
	Puentes	"
	Construcciones portuarias	"
	Plantas medioambientales:	"
	- planta de tratamiento de agua	"
	- estación de bombeo	"
- depósito de fertilizante	"	
- vertedero	"	
Edificios (casas, comercios):	- cimientos	Hormigón/Ladrillo triturado
	- suelos	"
	- divisiones horizontales	Hormigón/Ladrillo triturado
	- paredes	"
	Cimientos en general	"
Agregado en asfalto nuevo Método de base suelta	Materiales de base suelta en pavimentos y parques	Hormigón triturado
	Pasos de bicicletas	Hormigón/Ladrillo triturado
	Pavimentos	"
	Carreteras forestales	"
	Carreteras internas en la zonas residenciales	"
	Carreteras nacionales	Asfalto/Hormigón /Ladrillo triturado
	Carreteras comarcales	"
	Autopistas, aeropuertos y puertos	"
	Garajes y otros	"
Material de relleno	Zanjas de cables	Ladrillo/Hormigón triturado

Fuente: elaboración propia.

## 2.6. Importancia socioeconómica

La mayor parte de la población, desconoce los problemas ambientales asociados con los residuos de construcción, volúmenes generados, sitios

autorizados para el depósito final y formas de aprovechamiento; un manejo integral de los residuos de la construcción requiere una amplia participación de los diferentes sectores de la sociedad.

En una primera aproximación, los materiales contenidos en los residuos de la construcción que técnicamente son aprovechables se pueden clasificar de la siguiente forma:

- Materiales reutilizables, constituidos fundamentalmente por piezas de acero estructural, elementos de maderas de calidad y/o recuperados en buen estado, piezas de fábricas (ladrillo, bloque, mampostería), tejas (cerámicas y de pizarra) y tierras de excavación. En ciertos casos, la mezcla de residuos de demolición no seleccionados pero libres de "impurezas" puede ser directamente utilizada como material de relleno, subbases de carreteras o pavimento en vías temporales de tránsito de vertederos.
- Materiales reciclables, constituidos fundamentalmente por metales (férreos y no férreos), plásticos y vidrio. Estas fracciones, en la medida que pueden recuperarse libres de impurezas, son susceptibles de incorporarse al mercado del reciclado para dar lugar a los mismos o similares productos que originaron el residuo.
- Materiales destinados a la fabricación de productos secundarios, aparte de los metales, plásticos y vidrio que, además de reciclarse se pueden destinar a este fin, son fundamentalmente los materiales pétreos, cerámicos (ladrillos), hormigón y pavimentos bituminosos los que pueden dedicarse a la fabricación de productos secundarios.

## **2.7. Antecedentes de manejo de residuos de construcción**

A continuación se describe la situación específica que presentan algunos países sobre las políticas de manejo de residuos de construcción y demolición. Esta información es fundamental para evaluar y diagnosticar el contexto de Guatemala con relación a otros países para posteriormente presentar una propuesta ecológica.

### **2.7.1. Guatemala**

El manejo de residuos de construcción en Guatemala se encuentra actualmente bajo poco control y sin miras a respetar la regulación existente, la cual también es ambigua y escasa, pues la mayoría de reglamentos y algunas leyes se refieren a desechos sólidos y en algunos casos a desechos peligrosos, pero no existen normas específicas de residuos sólidos de construcciones y demoliciones.

En la siguiente figura se presenta una inadecuada disposición de residuos de construcción.

Figura 3. **Disposición inadecuada de residuos de construcción en la ciudad capital**



Fuente: colonia San Francisco I.

### **2.7.2. Otros países**

A finales de los 70´ se comenzó a hablar de un tratamiento seguro y eficiente de los residuos de la construcción, proponiéndose en 1977, en Japón, la primera norma para la utilización de agregados reciclados de hormigón.

Desde la década de los ochenta, la importancia de la política de la Unión Europea sobre protección del ambiente y los recursos naturales ha ido en aumento, entre los temas que le interesan especialmente a los ciudadanos europeos está la producción de residuos. En la década de los 80 entraron en vigor normas y recomendaciones al respecto en países como Dinamarca, Rusia y Alemania, y posteriormente en Francia, España, Bélgica, Noruega y China.



## **2.8. Alternativas de gestión**

El reciclaje es la única técnica adecuada para un aprovechamiento óptimo de los residuos de construcción y demolición de edificaciones e infraestructura civil, capaz de minimizar los efectos del medio ambiente provocados por los componentes pétreos en dichos residuos.

Por tal razón la alternativa de gestión que se propone para el caso de Guatemala, es la regla de las 3 R, que consiste en reciclar, recuperar y reducir.

La propuesta de las 3 R sobre hábitos de consumo pretende desarrollar hábitos como el consumo responsable. Este concepto hace referencia a estrategias para el manejo de residuos que buscan ser más sustentables con el medio ambiente y específicamente dar prioridad a la reducción en el volumen de residuos generados.

La insuficiente atención y control de los problemas ambientales generados por la actividad de construcción de proyectos de ingeniería ha sido identificada como una de las carencias más importantes en el tema ambiental en los últimos años. Actualmente se vienen desarrollando en el sector productivo algunas prácticas dirigidas a mitigar los efectos negativos sobre el medio ambiente.

Es de vital importancia, que se le dé a los residuos de construcción una adecuada gestión y se implementen en los proyectos buenas prácticas de manejo lo que puede contribuir en gran medida a disminuir el impacto negativo de la construcción hacia el medio ambiente. Cuando los residuos de construcción son tratados con cierto grado de responsabilidad, por parte de las empresas o administradores de proyectos, se depositan en rellenos sanitarios o

botaderos o se contrata una empresa de transportes de este tipo de materiales para que los lleve hasta estos sitios.

Un aspecto importante para iniciar un adecuado proceso de gestión de los desechos de la construcción es la necesidad de entender y conocer su ciclo de vida e identificar los principales problemas existentes en cada una de las etapas y sus posibles soluciones. Los convenios para devolver los materiales de construcción no utilizados, la recuperación de los materiales reutilizables y reciclables y la separación de estos en el sitio en que se encuentren para facilitar su reutilización son las prácticas más convenientes para la protección del medio ambiente.

Está demostrado que brindar un manejo adecuado a los residuos de la construcción genera beneficios a las empresas, por esta razón cada vez son más los interesados en implementar este tipo de acciones.

### **2.8.1. A nivel internacional**

Debido a que no hay una solución simple en materia de manejo de desechos sólidos, muchos países y organizaciones internacionales respaldan un enfoque integrado que combine diversas alternativas existentes como la reducción en la fuente, reciclaje, incineración con recuperación de energía y la disposición final en vertedero. El reciclaje es la única técnica que se conoce en la actualidad capaz de minimizar los efectos negativos al medio ambiente provocado por los componentes pétreos de los residuos de la construcción.

Algunos países desarrollados preocupados por los efectos medioambientales que este desarrollo implica, han invertido recursos para la investigación e implementación de estrategias apropiadas para su gestión y

manejo, los que van orientadas a aplicar estrategias que al final se resumen en lo comúnmente se ha llamado las tres *R* de los residuos:

- Reciclar
- Recuperar
- Reducir y reusar

Países como Holanda, España y Estados Unidos, están trabajando arduamente en investigación para tratar de encontrar alternativas sostenibles:

- En España, en junio del 2001 se publicó el primer Plan Nacional de Residuos de la Construcción y Demolición (PNRCD) 2001-2006.
- En Estados Unidos se manejan de diferentes formas que incluyen: reutilización y reciclado, disposición en confinamientos (rellenos sanitarios municipales o privados y sitios para depósito de residuos inertes que no requieren permiso) y procesamiento en instalaciones de combustión.
- No se tienen datos exactos de hasta qué punto los escombros de obras de construcción y demolición constituyan un problema en América Latina.

### **2.8.2. A nivel nacional**

En el área metropolitana del departamento de Guatemala, las autoridades municipales iniciaron el control de la disposición final de la basura en 1879, el crecimiento poblacional convirtió en insuficientes las medidas de recolección y disposición de los desechos sólidos, generando el problema de botaderos abiertos. Entre 1953 y 1954, la Municipalidad de Guatemala, inició el primer relleno sanitario de la ciudad en la 30 calle al final de la zona 3 y en 1957 se hizo otro ensayo fallido de relleno sanitario en la 20 calle y 30 av. de la zona 5.

El sistema de recolección desde entonces ha estado integrado por un sistema particular (atiende aproximadamente la mitad de la recolección) y otro municipal (sirve especialmente en las zonas de bajo nivel socioeconómico e instituciones como mercados, escuelas y hospitales).

Es necesario diseñar un nuevo enfoque de trabajo en la gestión ambiental, que permita introducir y aplicar conceptos de Producción más Limpia de forma integral y sistémica dentro del sector productivo, haciendo énfasis en la prevención de la contaminación, la minimización y el aprovechamiento económico de los residuos, como principales opciones para reducir las cargas contaminantes dispuestas al medio ambiente en las condiciones de este país.

Entre los aspectos que representan limitaciones a las actividades de aprovechamiento de los residuos de la construcción, están los siguientes:

- Condiciones de carácter técnico.
- Condicionantes de tipo normativo o legislativo.
- Condicionantes impuestos por el mercado de productos recuperados.
- Condicionantes directamente ligados a los costes de transporte.
- Condicionantes derivados de los costes de eliminación de los residuos de la construcción.

Es necesario proponer lo siguiente:

- Modificar la Ley de Contrataciones del Estado en el sentido que las disposiciones especiales se cumplan por parte de los contratistas en la generación de recipientes para clasificar los residuos de los desechos de las construcciones y demoliciones.

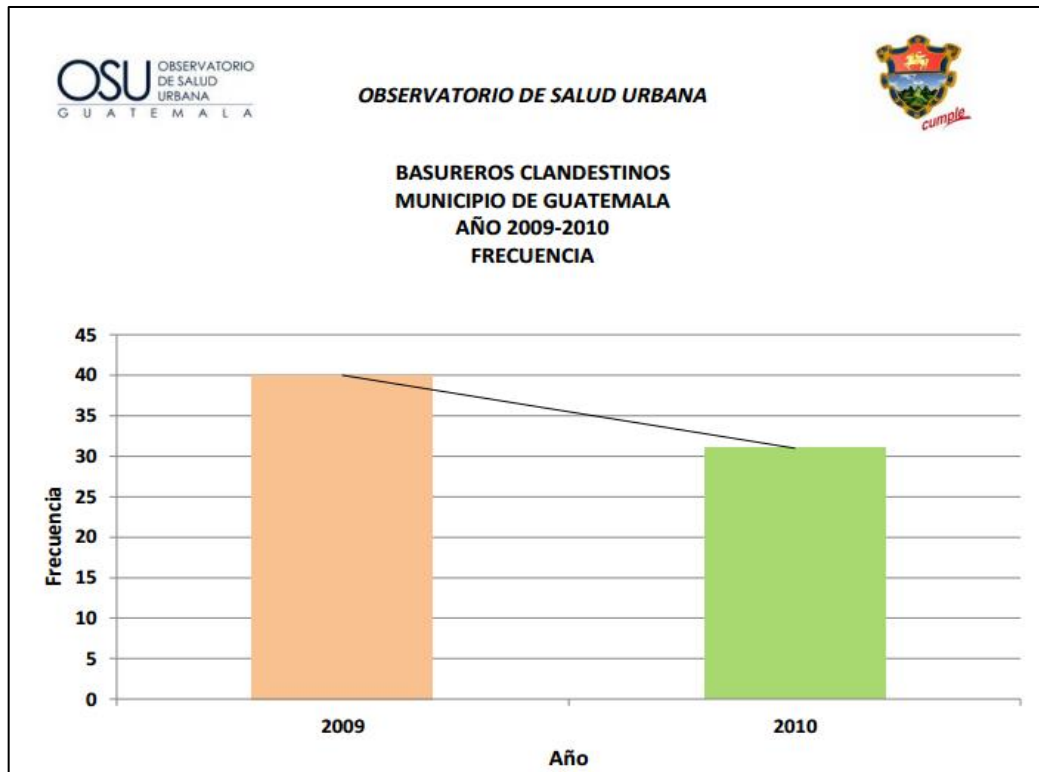
- Que los desarrolladores, empresas constructoras, contratistas y unidades ejecutoras, concienticen y capaciten al personal operativo para que aplique buenas prácticas en la construcción reduciendo el desperdicio.
- Proponer que el poder ejecutivo gestione la creación de rellenos sanitarios para la disposición final de los desechos de la construcción y demoliciones, en puntos estratégicos de área metropolitana guatemalteca (AMG).
- Crear crematorios para los desechos que contengan papel, cartón, madera, tabla yeso y aquellos derivados de duroport, entre otros. Y evitar que los mismos se incineren en el lugar donde se generan.

Tabla VII. **Situación de botaderos clandestinos en la ciudad de Guatemala**

<b>Botaderos clandestinos en la Ciudad de Guatemala</b>						
<b>Número de botaderos clandestinos</b>						
<b>Años</b>	1992	1994	1996	1998	2000	2002
<b>Número</b>	474	468	487	475	450	315

Fuente: Departamento de Limpieza Pública, Municipalidad de Guatemala. Estadísticas 2003.

Figura 4. **Basureros clandestinos en el municipio de Guatemala 2009-2010**



Fuente: Departamento de Salud Pública, Municipalidad de Guatemala. Estadísticas 2009 y 2010.

Como puede observarse en los últimos años se ha reducido considerablemente el número de botaderos clandestinos, pues de 450 en el 2000, se redujo a 315 botaderos clandestinos en el 2002; y se observa el cambio más significativo cuando se compara con las estadísticas del 2009 y 2010 en las cuales se observa que existen 40 botaderos clandestinos en el 2009 y 30 en el 2010.

De acuerdo a la información proporcionada por el Departamento de Salud Pública de la Municipalidad de Guatemala, el número de basureros clandestinos en el municipio de Guatemala se redujo en un 22,5 por ciento solamente del 2009 al 2010. Se considera importante el daño de los basureros clandestinos, ya que estos representan el mayor impacto negativo a nivel ambiental.

Esta reducción se debe fundamentalmente por las políticas de aseo que se han propuesto las autoridades de turno del área metropolitana guatemalteca (AMG), las cuales consisten en:

- Construcción de muros perimetrales
- Instalación de cercos
- Jardinerización de áreas verdes
- Limpiezas periódicas del espacio público

Paralelo a estas acciones la Municipalidad de Guatemala cuenta con un programa de concientización, llamado Limpia y Verde, a través del cual se busca crear conciencia ambiental tanto en niños como en adultos, para que no boten basura en áreas no destinadas a ello y para que se motive el uso del servicio de extracción de basura. Además, la Municipalidad tiene a la disposición de los vecinos números telefónicos específicos para la denuncia de personas que no pagan servicios de extracción de basura y utilizan la vía pública para ello.

Como alternativa de solución y propósito del presente estudio, trabajo de investigación y de graduación, se propone la implementación de normativos con la generación de leyes reguladoras de reciclaje, recuperación y re-uso de los residuos generados en la construcción y demolición de edificaciones y demás obras de infraestructura, con componentes de subsidio o regalías a

quien le dé un tratamiento adecuado a los residuos e infracciones severas a los infractores.

Asimismo, es necesario difundir a través de los medios de comunicación y locución (prensa, radio y televisión) y cualquier otro medio, la cultura medio ambiental del uso apropiado del rescate a efecto de hacer conciencia en los desarrolladores de la construcción como lo son constructores, ingenieros particulares, maestros de obra, albañiles y comunidad en general.





### **3. GESTIÓN DE LOS DESECHOS DE CONSTRUCCIÓN**

#### **3.1. Definición**

Se entiende por gestión de los desechos todas las acciones, estrategias y políticas que se establecen dentro de una organización, con el fin de prevenir y/o minimizar los impactos ambientales negativos que se pueden ocasionar con la generación de los mismos.

#### **3.2. Antecedentes**

La generación de desechos producto de las obras de construcción es un problema mundial que depende en gran medida del aumento de la población, de los estilos de vida de los habitantes, de las condiciones socio económicas y de la calidad de vida de los mismos, por lo que es un hecho que cada día se producirán mayor cantidad de residuos de este tipo. En Europa se generan 180 millones de residuos cada año, lo que supone 480 kilogramos por habitante por año.

#### **3.3. Construcción sostenible**

Al igual que los modelos sociales y políticos están cambiando, los procesos y metodologías que se emplean en la ingeniería de la construcción también deben cambiar. La introducción del desarrollo sostenible en la ingeniería es un nuevo desafío que trata de conciliar las necesidades del hombre con la capacidad del planeta.

Desarrollar una construcción sostenible supone la adopción de soluciones técnicas de buenas prácticas que permitan la reducción de los efectos ambientales negativos además del ahorro de energía, el aprovechamiento de recursos y la gestión ambientalmente correcta de residuos.

A continuación se presentan diferentes formas de manejo de residuos de construcción.

**Figura 5. Manejo de residuos de construcción en obra**



Fuente: [http://www.idu.gov.co/image/image\\_gallery?img\\_id=1134](http://www.idu.gov.co/image/image_gallery?img_id=1134).

Consulta 25 de enero de 2014.

La construcción sostenible se fundamenta en los siguientes aspectos:

- Optimizar el uso de recursos evitando el derroche y el mal uso de materiales, agua y energía para colaborar en un necesario cambio de las actuales pautas de consumo insostenible, no perdurable en el tiempo, no generalizable al conjunto de habitantes del planeta, no respetuoso con las próximas generaciones.

- Minimizar afecciones ocasionadas por residuos, reduciendo la generación de residuos en cantidad y peligrosidad y propiciando la gestión ambientalmente más correcta.
- Eficiencia y ahorro energético, utilizando las energías renovables incluyendo energía solar pasiva, energía solar activa para uso térmico, energía solar activa para uso eléctrico, energía eólica, energía de la biomasa, energía hidráulica en pequeña escala, entre otros.
- Construcción sana utilizando materiales de bajo impacto ambiental durante todo su ciclo de vida. (Materiales reciclados, reciclables y que una vez que se consideren residuos tengan menores repercusiones negativas. Materiales que no tengan efectos negativos sobre la salud de las personas).

Se han desarrollado estrategias de construcción sostenible integrando esfuerzos con el objetivo de encontrar alternativas integradas que resulten en beneficio de todos.

- En la línea de producción se ofrecen al usuario alternativas de consumo sostenible, productos y materiales diseñados y desarrollados tomando en cuenta el punto de vista de materiales ecológicos, los cuales tienen características tales como que son desarrollados a partir de materias primas recicladas, materiales cuyo consumo de energía es reducido en su ciclo de vida, materiales que al final de la vida útil pueden ser reciclados o reutilizados y materiales modulares que producen menos desechos en el proceso de construcción porque al ser modulares disminuyen los desperdicios.
- Desde el punto de vista del usuario existe en la mayoría de los habitantes de estos países la conciencia ambiental y la cultura de selección de

materiales desde el punto de vista ecológico, razón por la que los productores deben crear estrategias para cumplir con esta demanda.

- A nivel de los contratistas y subcontratistas por razones de mercadeo y de cumplimiento legal existe la presión de llenar las expectativas del cliente por lo que debe adaptar la administración y desarrollo de los proyectos al cumplimiento de estas exigencias.

### **3.4. Análisis aspectos ambientales**

Los aspectos ambientales asociadas a los residuos de construcción, están ligados principalmente a los procesos de extracción y transformación de las materias primas utilizadas por la industria de la construcción.

#### **3.4.1. Generalidades**

El problema ambiental que producen los residuos de construcción y demolición se deriva no solo del creciente volumen de su generación, sino de su tratamiento, que todavía hoy es insatisfactorio en la mayor parte de los casos. La insuficiente prevención de la producción de residuos en origen se une el escaso reciclado de los que se generan.

##### **3.4.1.1. Normativa**

Debe establecerse una normativa específica referida a la gestión de residuos que incluya el bote de escombros en partidas separadas en los presupuestos de las obras. De manera que permita la identificación y clasificación de los residuos según su origen.

### **3.4.1.2. Herramientas de gestión**

Los sistemas de gestión ambiental han sido concebidos para ayudar a las empresas a mejorar sus prestaciones medioambientales, incluidas las prestaciones durante el ciclo de vida de sus productos, actividades y servicios; permitiendo a las organizaciones tener una imagen clara de sus efectos ambientales. A continuación se presentan las principales herramientas de gestión:

- Programa para el manejo de residuos.
- Control de emisiones atmosféricas.
- Uso y almacenamiento adecuado de materiales de construcción.
- Protección del suelo, prevención de procesos erosivos y control sobre la escorrentía.
- Prevención de la contaminación de cuerpos de agua y redes de servicios públicos.
- Manejo de la vegetación, la fauna y el paisaje.
- Manejo del tránsito.
- Salud ocupacional.
- Adecuación de campamentos.
- Manejo de contingencias.
- Gestión social.

### **3.4.2. Impactos ambientales**

El alto volumen de residuos generados por el sector de la construcción, unido al alto porcentaje de estos residuos cuyo destino final termina siendo el depósito en vertedero, supone el principal impacto ambiental generado en el sector. Las construcciones tienen un alto impacto sobre el ambiente: utilizan

recursos naturales renovables y no renovables en grandes cantidades; generan altos consumos energéticos antes, durante y después de construidas; propician emisiones de CO<sub>2</sub>, y vierten al medio, residuos líquidos, sólidos y gaseosos que en su mayoría no tienen tratamiento alguno, causando un deterioro en la calidad de los distintos ambientes (agua, aire y tierra).

Entre los impactos típicos causados por la ejecución de una obra civil se pueden mencionar los siguientes:

- Pérdida o alteración de las características físicas y químicas del suelo, generación de procesos erosivos y de inestabilidad.
- Contaminación de las fuentes de agua por verter sustancias inertes, tóxicas o biodegradables.
- Alteraciones sobre la dinámica fluvial por aporte de sedimentos, alteraciones del equilibrio hidráulico y estabilidad geomorfológica de laderas.
- Aumento en los niveles de ruido y emisiones atmosféricas (material particulado, gases y olores) que repercuten sobre la salud de la población, la fauna y la flora.
- Generación de escombros y otros residuos sólidos.
- Modificaciones en el paisaje y alterar la cobertura vegetal.
- Cese o interrupción parcial, total, temporal o definitiva de los procesos de producción, distribución y consumo del sector industrial o comercial aledaño.
- Desplazamiento de población.
- Alteración del flujo vehicular o peatonal.
- Alteración o deterioro del espacio público.
- Alteración a la infraestructura de servicios públicos e interrupción en la prestación de los mismos.

- Aumento de riesgos de ocurrencia de eventos contingentes tales como accidentes potenciales de peatones, vehículos, obreros, daños a estructuras cercanas, incendios, deslizamientos y movimientos en masa.
- Efectos negativos de la oferta de recursos forestales, minerales, agua y energía.

En la siguiente tabla se incluye un resumen de los principales impactos ambientales negativos generados por el uso de materiales de construcción.

Tabla VIII. **Resumen impactos ambientales negativos generados por el uso de materiales de construcción**

Identificación de impactos ambientales																		
Factores de medio ambiente	Factores del ciclo de vida de los materiales	Extracción					Transformación					Construcción					Disposición final	
		Despeine	Extracción	Transporte	Trituración	Almacenamiento	Comercialización	Corte de bloques	Corte en telar	Pulido	Corte de tableros	Comercialización	Preparación de sitio	Cimentación	Construcción	Demolición	Manj. y remodelación	Relleno sanitario
Agua	Subterránea																	♦
	Superficie																	♦
Suelo	Erosión	♦	♦									♦						♦
	Características físicas	♦	♦									♦	♦				♦	♦
	Características químicas											♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
	Compacción											♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
	Filtración	♦	♦									♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
Atmosfera	Emisiones a la atmosfera	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦			♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
	Ruidos	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦			♦	♦	♦	♦
	Vibraciones	♦	♦	♦	♦	♦												
Factores estéticos	Efectos visuales	♦	♦														♦	♦

Fuente: *diagnóstico básico de residuos de la construcción del Estado de México 2007.*

Obras Civiles. p. 82.



### 3.4.3. Medidas de mitigación

Durante el desarrollo de cada una de las etapas de las obras es posible incorporar elementos tendientes a reducir, mitigar, corregir o compensar los impactos negativos, así como potencializar los positivos. Al hacer un análisis cruzado entre el proyecto y el medio, se pueden identificar cuáles son las actividades que requieren un manejo más cuidadoso y los programas más importantes para reducir impactos significativos. Mucho del esfuerzo va orientado a la concientización y desarrollo de una cultura ambiental a todo nivel (sector público, sector privado y sector académico).

- Diseño
  - Recabar información ambiental: características topográficas, geológicas, geotécnicas, microclimáticas, acústicas, vegetación, fauna, y realizar un análisis de soleamiento.
  - Aplicar soluciones constructivas, que permitan reutilizar y reciclar los residuos de construcción, proyectar los elementos constructivos para optimizar el uso de recursos y minimizar la generación de residuos.
  - Elegir la forma del edificio haciendo posible su óptimo comportamiento ambiental y energético. Emplear elementos naturales para mejorar el confort climático y para contribuir a la biodiversidad de flora y fauna del entorno.
  - Redactar un programa de buenas prácticas ambientales en las fases de construcción, reparación, demolición de estructuras o puesta en obra.
  - Elaboración de un proyecto técnico acorde con la normativa vigente, que tenga en cuenta el empleo de técnicas de demolición

que permitan la adecuada gestión y valorización de los residuos y la reducción del impacto ambiental negativo del proceso.

- Contar con los medios necesarios para posibilitar una gestión ambientalmente correcta de los residuos.
  
- Construcción
  - Eliminar materiales perjudiciales para el medio ambiente y la salud, elegir materiales sanos, de bajo contenido energético, de bajo impacto ambiental y nula incidencia negativa sobre la salud de trabajadores y usuarios. Además, duraderos, fácilmente reparables, desmontables, estandarizados, reutilizables y reciclables.
  - Empleo de técnicas que tienen como resultado un mayor cuidado ambiental y la posibilidad de reutilizar materiales, elementos e instalaciones.
  - Preservar la vegetación relevante, evitar la mezcla de la vegetación no aprovechable con la tierra fértil para facilitar el posterior uso de esta. Separar las tierras que se muevan en función de sus posibles aplicaciones.
  - Incorporar criterios ambientales en el aprovisionamiento eligiendo materiales, productos y suministradores con certificación ambiental. Solicitar a los proveedores las fichas técnicas de materiales y productos.
  - Priorizar los materiales y productos reciclados (como concreto armado con áridos reciclados) y reciclables.
  - Gestionar los productos almacenados para evitar la generación de residuos por caducidad. Incentivar el aprovechamiento máximo de los materiales y productos empleando piezas que reduzcan la

necesidad de cortes, vaciando los envases por completo, tomando medidas con exactitud.

- Restaurar o acondicionar el entorno limpiando la zona y recogiendo los restos de materiales y residuos finales de la obra.
- El maestro armador debe conocer cómo modular las varillas, de manera que no se produzcan desperdicios en el acero.
- Los carpinteros deben conocer de qué manera optimizar la madera y el albañil, cómo utilizar adecuadamente los materiales de modo que no haya desperdicio.
- En estructuras que requieran el uso de madera utilizar preferentemente madera procedente de explotaciones sostenibles y tratadas con productos no tóxicos.
- Para la consideración de la ubicación de ventanas emplear vidrios adaptados a las orientaciones que eviten la transmisión de calor y permitan optimizar la iluminación.

## **4. SITUACIÓN ACTUAL EN GUATEMALA GESTIÓN DE RESIDUOS EN LA CONSTRUCCIÓN**

### **4.1. Antecedentes**

El manejo de los residuos está convirtiéndose en una de las mayores preocupaciones en los proyectos de construcción, no solamente por la necesidad de reducir su cantidad sino también porque actualmente existe presión de la sociedad por desarrollar proyectos más amigables con el ambiente.

Actualmente en Guatemala el tema de los residuos de construcción y demoliciones no se encuentra regularizado y para lograr que el sector de la construcción asimile e implemente el tema de la gestión y manejo de los residuos, es indispensable crear condiciones que así lo permitan.

El crecimiento de la industria de la construcción por el que atraviesa el país sin lugar a dudas debe verse como una oportunidad, para que se encuentren soluciones prácticas y se apliquen tecnologías más eficientes en sus procesos. La reducción, reúso (recuperación) y reciclaje de materiales de construcción pueden convertirse en un potencial económico para desarrollar industrias de servicio dirigidas al sector.

Para analizar la situación actual de los residuos de construcción en Guatemala se realizará un análisis de diferentes factores como los son visitas a obras en construcción, entrevistas a desarrolladores, constructores,

profesionales del medio de la ingeniería y la arquitectura, así como a urbanizadores, urbanizaciones y un análisis de la normativa vigente.

#### **4.2. Legislación aplicable**

El marco legal de Guatemala, en relación con el tema de los residuos sólidos, se encuentra disperso en una serie de leyes, reglamentos, códigos y otros instrumentos, esto complica la aplicación de la justicia si se considera que es deber del Estado garantizar, proteger la vida humana, desde su concepción, así como la integridad y la seguridad de los guatemaltecos y guatemaltecas. Es necesario implementar medidas que mejoren su calidad de vida, les permita gozar de un ambiente sano, les proporcione el goce de la salud como un derecho fundamental del ser humano.

Actualmente las regulaciones sobre la gestión de los residuos de construcción y demolición son escasas y se encuentran dentro de las regulaciones sobre desechos sólidos en general, desde el punto de vista institucional, el ente rector en el tema de control de contaminación por desechos sólidos es el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y en lo que respecta a la salud humana el Ministerio de Salud Pública.

Lo que es rescatable y que de alguna forma tiene que ver en cuanto a la regulación de residuos de construcción y demolición en Guatemala, se tiene el Reglamento de la Construcción que en el artículo 25 establece que “Corresponde con exclusividad a la Municipalidad, por medio de la Oficina, la concesión de las licencias respectivas para construir, ampliar, modificar, reparar y demoler una edificación”.

En lo referente a materiales en la vía pública en su artículo 118 establece que “Sera permitido depositar materiales en la vía pública, exclusivamente frente al predio en donde se ejecute una obra, únicamente cuando sea para operaciones de carga y descarga y toda vez que” se cumpla con las literales a) “Los materiales sean totalmente retirados en un plazo no mayor de 24 horas”, b) “No se ocupara más de un cuarto del ancho de la pista de no rodadura y como máximo un ancho de 2,50 metros”, c) “No se ocupara la acera de tránsito de peatones”, d) “No se obstruirá la parte de la calle destinada al paso de agua de lluvia y si fuere necesario se colocaran plataformas que sirvan de puente”, literal e) “De ninguna manera se obstruirán tragantes o cualquier instalación de drenajes” y f) “La tierra procedente de excavaciones y materiales, o basura, será removida a diario y tan rápidamente como se acumule; cuando tales materiales sean secos y produzcan polvo, deberán mantenerse húmedos”.

A continuación se muestra en forma resumida, los principales instrumentos legales ambientales, que se encuentran vigentes, en cuanto al tema de residuos de la construcción:

- Constitución Política de la República de Guatemala
- Reglamento Orgánico Interno del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)
- Política de Conservación, Protección y Mejoramiento del Ambiente y los Recursos Naturales. Numeral 1.1.3
- Código Municipal Decreto 12-2002 del Congreso de la República. (Art. 68)
- Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (Art. 7) Decreto número 68-86
- Política Nacional para el Manejo Integral de Desechos Sólidos

- Reglamento de Limpieza y Saneamiento Ambiental del Municipio de Guatemala. (Art. 48)
- Código de Salud. (Arts. Nos.102, 103, 104, 106, 107 y 108)
- Código Civil. (Art.106)
- Decreto 42-2001, Ley de Desarrollo Social. Artículo 22

#### **4.2.1. Constitución Política de la República de Guatemala**

La Constitución Política de la República de Guatemala no cuenta con ninguna normativa o regulación en referencia a la gestión, manejo y disposición de los residuos en construcciones y demoliciones, únicamente se refiere a los desechos sólidos en los siguientes artículos:

- Artículo 93, Derecho a la salud, "El goce de la salud es derecho fundamental del ser humano, sin discriminación alguna". El derecho a la salud guarda íntima relación con el derecho a un ambiente sano y adecuado.
- Artículo 95, La salud, bien público, "La salud de los habitantes de la Nación es un bien público. Todas las personas e instituciones están obligadas a velar por su conservación y restablecimiento."
- Artículo 97, Medio ambiente y equilibrio ecológico, "El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación". Este artículo fue la base para la creación de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, cuerpo normativo que analizaremos más adelante.

#### **4.2.2. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales**

Se creó con base al Decreto No.90-2000 del 30 de noviembre del 2000 es la entidad pública encargada de formular y ejecutar las políticas relativas a su ramo, cumplir y hacer que se cumpla el régimen concerniente a la conservación y protección; sostenibilidad y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales en el país; y el derecho humano a un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado, debiendo prevenir la contaminación del ambiente, disminuir su deterioro y la pérdida del patrimonio natural.

- El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, con base a la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, Decreto 68-86, en el artículo 8 establece “Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioro a los bienes y servicios ambientales renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación de impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la Comisión del Medio Ambiente. El funcionario que omitiere exigir el estudio de impacto ambiental de conformidad con este artículo será responsable personalmente por incumplimiento de deberes, así como el particular que omitiere cumplir con dicho estudio de impacto ambiental será sancionado con una multa de Q.5 000,00 a Q.100 000,00. En caso de no cumplir con este requisito en el término de 6 meses de haber sido multado, el negocio será clausurado en tanto no cumpla.”
- Política Nacional para el Manejo Integral de los Residuos y Desechos Sólidos, a través del Acuerdo Gubernativo 111-2005.



Desde el 2010 en el Congreso existe la propuesta para crear la Ley para la Gestión y Manejo Integral de los Residuos y Desechos, tiene por objeto regular los residuos y desechos, su gestión y manejo técnico e integral, desde la generación hasta la disposición final. Se presentan algunos de los artículos que la componen:

- Artículo 6. Clasificación. Para los efectos de la presente Ley, los residuos y desechos se clasifican en: b) Especiales: los generados en los procesos productivos, industriales, agrícolas, actividades comerciales, de construcción, y cualquier actividad, que por sus características deben ser tratados de manera específica, y otros que no estén considerados en otra clasificación por esta ley.
- Artículo 13. Las Municipalidades son responsables de la recolección, tratamiento y disposición final de los residuos y desechos comunes y especiales dentro de su jurisdicción.
- Artículo 14. Los organismos del Estado, sus dependencias y entidades descentralizadas y autónomas, deben incluir en su programación presupuestaria anual, la correspondiente asignación para la gestión y manejo integral de los residuos y desechos que generen.
- Artículo 18. Los residuos y desechos que sean recolectados pasarán a ser propiedad y responsabilidad de las municipalidades, del prestador del servicio o cualquier otra forma contractual establecida, según corresponda, desde el momento en que el usuario los entregue al servicio de recolección, de conformidad con lo que se establezca en los reglamentos respectivos. Todo generador de residuos y desechos tiene la obligación de pagar por el manejo adecuado de residuos y desechos.
- Artículo 29. Reglamentos. Cada municipalidad está obligada a emitir su propio reglamento sobre el manejo y gestión integral de residuos y desechos en su jurisdicción territorial, estableciendo los mecanismos,

índices, parámetros y especificaciones que faciliten un manejo eficaz y sostenible.

#### **4.2.3. Acuerdos y convenios internacionales**

La gestión de los residuos de construcción es un tema eminentemente local, cada país debe de velar por la adopción de normas de manejo y disposición, sin embargo el interés por la protección del ambiente, requiere de una participación conjunta de todos los actores internacionales, pues no es suficiente tratar de protegerlo de forma individual.

- La Declaración de Estocolmo fue adoptada en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano de 1972
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro, en junio de 1992
- Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible
- Convenio de Basilea sobre el Control de Movimiento Transfronterizos de Desechos Peligrosos y su Eliminación

Durante los años noventa, con la creación de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD) se suscriben una serie de convenios ambientales regionales que demuestran el interés de la región en avanzar con la agenda ambiental en forma conjunta.

- Convenio centroamericano sobre los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos.
- Convenio mundial sobre el control internacional de movimientos transfronterizos de desechos peligrosos.

#### **4.2.4. Otras instituciones**

A nivel local, son las municipalidades las responsables por la adecuada gestión de los desechos sólidos en su jurisdicción. La Constitución Política establece la coordinación de las políticas municipales con las políticas generales del Estado, a continuación se presentan algunas de las regulaciones relacionadas con el tema de desechos sólidos:

- Reglamento de Limpieza y Saneamiento Ambiental para el municipio de Guatemala.
  - Artículo 48: el sitio autorizado por la Municipalidad de Guatemala para la disposición final de los desechos sólidos en el municipio de Guatemala, es el Relleno Sanitario ubicado en el final de la 30 calle, entre las zonas 3 y 7 u otros que designe la Municipalidad.
  - Artículo 17: queda terminantemente prohibido a los constructores, almacenar desechos de la construcción en la vía pública, estando obligados a evacuarlos diariamente, sin perjuicio de lo que al respecto especifique el Reglamento de Construcción, en materia de almacenamiento de materiales de construcción. Quien no cumpla con lo preceptuado en este artículo será sancionado con multa no menor de Q200,00.
  - Artículo 28.- La recolección de desechos provenientes de las construcciones deberán realizarla diariamente los responsables de las obras en construcción, ya que de permanecer los desechos en la vía pública, serán consignados al Juzgado de Asuntos Municipales imponiéndoles una multa de Q25,00 a Q500,00.

- Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos para el municipio de Guatemala.
- El Acuerdo Gubernativo 234-2004 crea la Comisión Nacional para el Manejo de Desechos Sólidos (CONADES), involucra al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAs), el Comisionado Presidencial para el Desarrollo Local, la Secretaría General de Programación y Planificación (SEGEPLAN), el Instituto de Fomento Municipal (INFOM), la Asociación Nacional de Municipalidades (ANAM), y finalmente la Coordinación de Asociaciones Agrícolas, Comerciales, Industriales y Financieras (CACIF).
- Acuerdo Gubernativo 431-2007, “Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental”, que establece los procedimientos para evaluar los Instrumentos Ambientales de todo proyecto.
- Código Municipal Decreto 12-2002.

Tabla IX. **Municipalidades que cuentan con Reglamento para el Manejo de los Desechos Sólidos**

<b>Nombre</b>	<b>Municipalidad</b>
Reglamento para la administración, operación y mantenimiento del servicio de recolección de basura municipal.	Amatitlán
Reglamento para la administración del servicio de recolección de basura.	Zacapa
Reglamento para la administración del servicio de recolección de basura.	Chichicastenango
Reglamento de limpieza y saneamiento ambiental.	Cobán
Reglamento para la administración del servicio de recolección de basura.	Huehuetenango
Reglamento para la administración del servicio de recolección de basura.	San Lucas Sacatepéquez
Reglamento para la administración del servicio de recolección de basura.	San Pedro
Reglamento para la administración del servicio de recolección de basura.	Esquipulas
Reglamento para la administración del servicio de recolección de basura.	San Marcos
Reglamento para la administración del servicio de recolección de basura.	San Pedro Necta
Reglamento para la administración del servicio de recolección de basura.	Quiché
Reglamento para la administración del servicio de recolección de basura.	Guatemala

Fuente: Instituto de Derecho Ambiental y Desarrollo Sustentable. Proyecto Sistemas Integrados de Gestión y Calidad Ambiental - (SIGA) - componente Guatemala, 2001.

### **4.3. Descripción**

En Guatemala actualmente no existe la infraestructura necesaria para un adecuado manejo de los residuos generados tanto en las construcciones y demoliciones, así como a nivel industrial y domiciliar. La recolección y separación de los residuos respondería al potencial de remuneración económica si se contara con un componente legal y una conciencia ambiental que pueda lograr que una mayor cantidad de residuos ingrese dentro del proceso de recuperación y aprovechamiento.

En un panorama general la situación de los residuos afecta tanto al ambiente, como a la salud de los individuos, no solamente del que los genera sino a toda persona expuesta a los mismos. Se puede ver entonces que es necesario el planteamiento de nuevas alternativas para atender los residuos y desechos de construcción.

### **4.4. Investigación empresas y profesionales construcción**

A continuación se expondrá información recaudada directamente de la industria de la construcción y las entidades o personas relacionadas con la misma para poder tener una visión más amplia sobre la situación actual de los residuos de construcción en Guatemala.

#### **4.4.1. Generalidades**

La investigación es una actividad humana orientada a la obtención de nuevos conocimientos y, por esa vía, ocasionalmente dar solución a problemas o interrogantes. A partir de la formulación del objetivo de la investigación, se

recogen datos que, una vez analizados e interpretados, modificarán o añadirán nuevos conocimientos a los ya existentes.

El investigador trabaja en el ambiente natural en que conviven las personas y las fuentes consultadas, de las que obtendrán los datos más relevantes a ser analizados, son individuos, grupos y representaciones de las organizaciones dirigidas a descubrir relaciones e interacciones entre variables sociológicas, psicológicas y educativas en estructuras sociales reales y cotidianas.

#### **4.4.2. Alcance**

El alcance de la investigación permitirá definir el diseño, los datos que se recolectaran, la manera de obtenerlos y el muestreo. Según criterios de metodología de la investigación existen cuatro tipos de alcances en un estudio, siendo estos: exploratorio, correlacional, explicativo y descriptivo.

La investigación exploratoria comprende el tipo de investigaciones que pretende dar una visión general, de tipo aproximativo, respecto a una determinada realidad, se realiza especialmente cuando el tema elegido ha sido poco explorado y reconocido. La investigación exploratoria se caracteriza por ser más flexible en su metodología en comparación con los estudios descriptivos o explicativos, por lo general se utilizan para determinar tendencias e identificar relaciones potenciales entre variables.

El tipo de investigación correlacional tiene como finalidad determinar el grado de relación o asociación existente entre dos o más variables, se caracterizan en que una vez medidas las variables mediante la aplicación de técnicas estadísticas se estima la correlación.

La investigación explicativa es la que constituye el conjunto organizado de principios, inferencias, creencias, descubrimientos y afirmaciones, por medio de la cual se interpreta una realidad. Una teoría o explicación, contiene un conjunto de definiciones y de suposiciones relacionadas entre sí de manera organizada.

Una investigación descriptiva, como la misma palabra lo indica describe situaciones, eventos, hechos, entre otros. Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a su análisis.

Debe mencionarse también que una investigación o estudio no está limitada a pertenecer a un solo tipo, sino que puede haber una combinación de tipos, de acuerdo a la necesidad y situación específica que se dé, en cuanto a los propósitos u objetivos de la investigación. Es por ello que en el presente trabajo se hizo acopio de los métodos descriptivo y explicativo.

#### **4.4.3. Medios utilizados**

Existen una variedad de métodos a fin de recopilar los datos sobre una situación existente, como entrevistas, cuestionarios, inspección de registros y observación. Cada uno tiene ventajas y desventajas. Generalmente, se utilizan dos o tres para complementar el trabajo de cada una y ayudar a asegurar una investigación completa.

En este caso se utilizó la encuesta como medio principal para recopilar información sobre el estado actual, la observación será el medio complementario.



#### **4.4.4. Encuesta**

La encuesta describe un método de obtener información de una muestra de individuos. Esta muestra es usualmente solo una fracción de la población bajo estudio.

Las encuestas recogen información de una porción de la población de interés. La información es recogida usando procedimientos estandarizados de manera que a cada individuo se le hacen las mismas preguntas con los mismos términos. La intención de la encuesta es obtener un perfil de la población.

Con la finalidad de determinar el estado actual de los residuos de construcción y demoliciones en edificaciones e infraestructura civil en Guatemala se pretenden analizar variables tales como, tamaño y tiempo de operación de la empresa, conocimientos sobre gestión ambiental, construcción sostenible y producción más limpia, así como los tipos de proyectos, sus ubicaciones, sistemas constructivos, impactos ambientales generados y beneficios que puede generar un adecuado manejo de los residuos entre otras variables se describirán en el capítulo 5 .

Como limitantes al reciclaje y reutilización de residuos de construcción y demolición en edificaciones en Guatemala, se pueden mencionar las siguientes:

- Insuficiente normativa y falta de voluntad política para su cumplimiento.
- Alto costo de instalaciones para el reciclado.
- Calidad del material recuperado.

- Falta de conciencia ambiental generalizada, gobierno, urbanizadores y pueblo en general.
- Inexistencia de mercado para material recuperado.
- Irregularidad en el suministro (transporte y servicios).
- Menor costo de otras alternativas para el manejo de residuos (otras formas de adquirirlos), entre otros.



## 5. ANÁLISIS RESULTADOS

### 5.1. Generalidades

Se plantearon diferentes variables entre las cuales se pretendía analizar si existían alguna incidencia directa en el aumento o disminución de los desechos si las empresas o personas constructoras cumplían con medidas de seguridad industrial, conocían términos básicos como desecho y residuo, producción más limpia o construcción sostenible y algunos otros factores como el tamaño y experiencia de la empresa.

### 5.2. Tabulación, gráficas y análisis de resultados

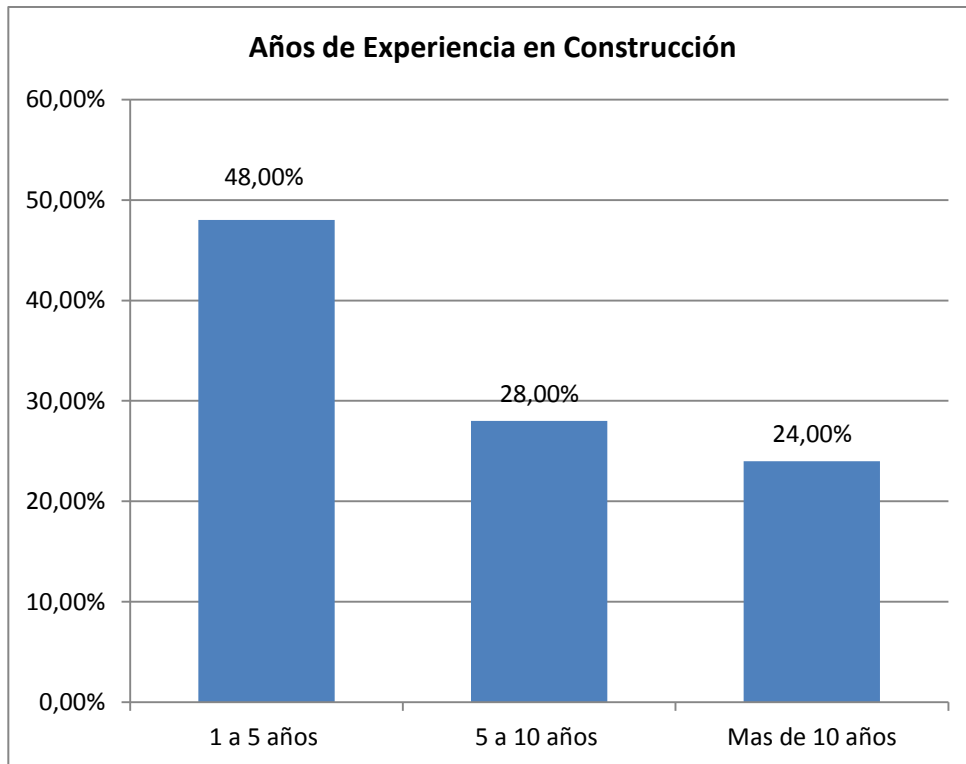
A continuación se dan a conocer por medio de cuadros y gráficas estadísticas, el resultado de las encuestas efectuada así como el análisis e interpretación de cada caso.

Tabla X. **Resultados obtenidos mediante encuesta en relación con la cantidad de años de experiencia de la empresa en la construcción**

Años de experiencia en construcción	Total de Encuestados	Frecuencia relativa	Porcentaje %
1 a 5 años	12	0,48	48,00
5 a 10 años	7	0,28	28,00
Más de 10 años	6	0,24	24,00
TOTAL	25	1,00	100,00

Fuente: elaboración propia.

Figura 6. **Gráfica con porcentajes de los años de experiencia en la construcción de las empresas encuestadas**



Fuente: elaboración propia.

Como factor primario de información y valoración en las preguntas más significativas y relevantes de la encuesta en lo concerniente al tiempo que tiene la empresa de estar funcionando ya que esta variable es muy importante pues con el tiempo y la experiencia adquirida, sus métodos de cálculo de materiales son más exactos, lo que reduce sustancialmente la generación de residuos en la construcción.

Se observa en los datos obtenidos que la mayoría de las empresas está comprendida entre los 1 y 5 años, siendo este un 48 por ciento, esto se debe a

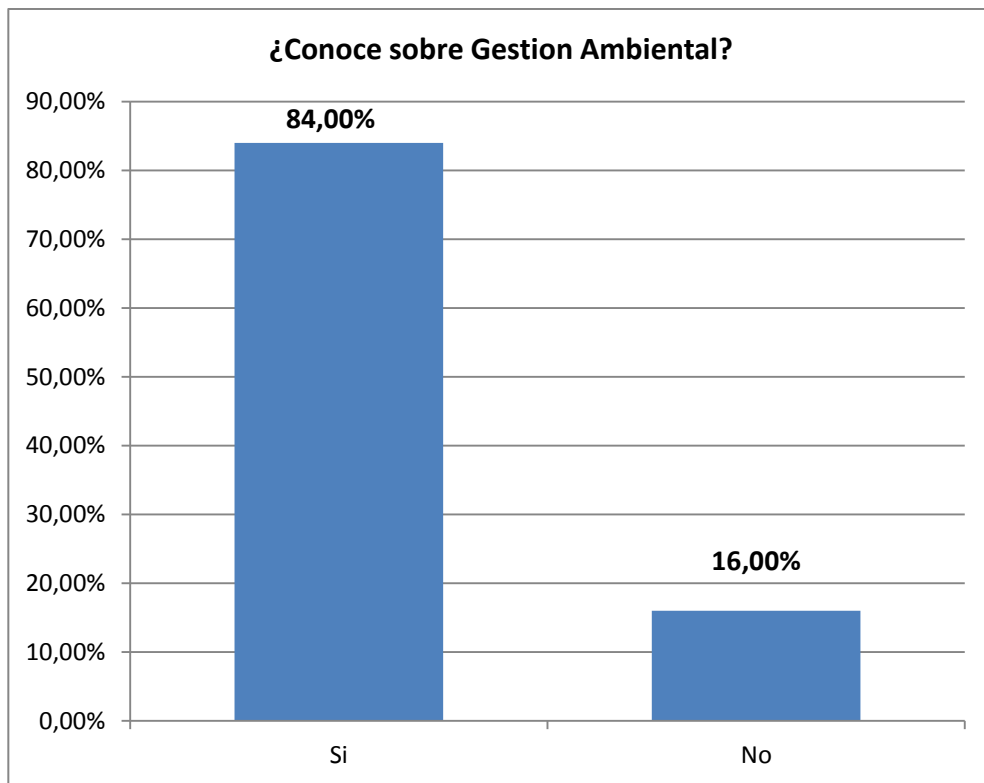
que con el paso del tiempo algunas empresas no sobrepasan ese período inicial y tienden a desaparecer. El 24 por ciento de las empresas es el menor porcentaje correspondiendo esto a las empresas que tienen más de 10 años de experiencia en el área de la construcción, esto correspondiendo a las empresas que sobrepasan los periodos iniciales y permanecen activas.

Tabla XI. **Resultados obtenidos mediante encuesta en relación al conocimiento del término gestión ambiental**

<b>¿Conoce sobre Gestión Ambiental?</b>	<b>Total de Encuestados</b>	<b>Frecuencia relativa</b>	<b>Porcentaje %</b>
Si	21	0,84	84,00
No	4	0,16	16,00
TOTAL	25	1,00	100,00

Fuente: elaboración propia.

Figura 7. **Gráfica con porcentajes sobre el conocimiento del término Gestión Ambiental**



Fuente: elaboración propia.

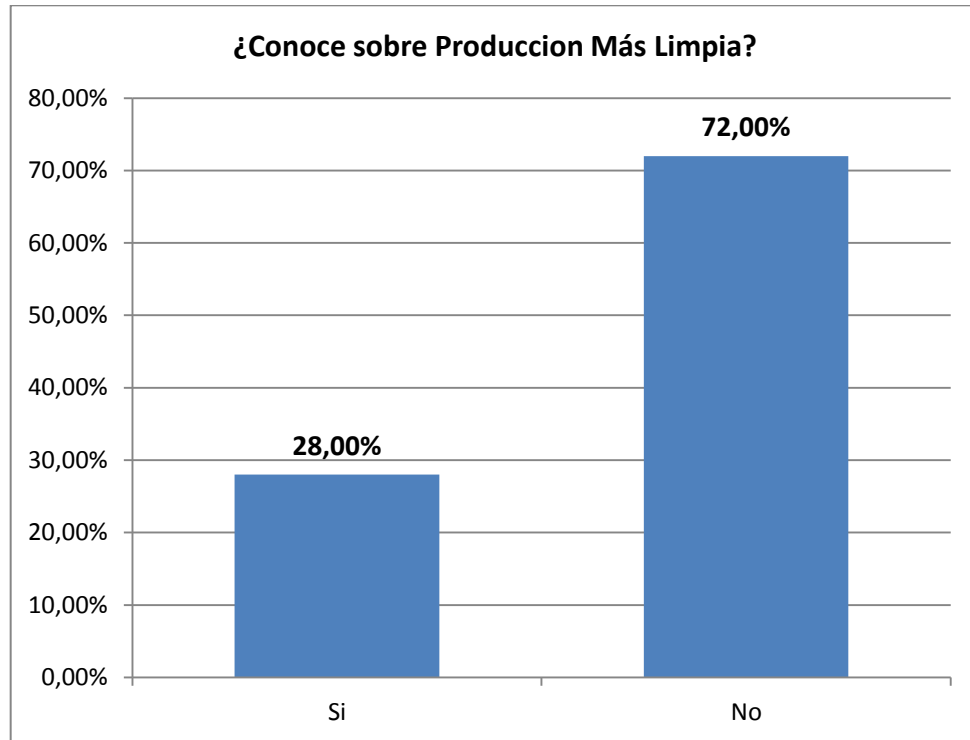
En cuanto al término gestión ambiental el 84 por ciento de los encuestados afirma que conoce acerca del tema, solamente un 16 por ciento desconoce. Es importante que las personas relacionadas con la construcción inicien a estar familiarizados con el tema, aunque el que se conozca el tema no implica directamente que este sea aplicado a procesos, aunque es un buen inicio.

Tabla XII. **Resultados obtenidos mediante encuesta en relación al conocimiento del término Producción más Limpia**

¿Conoce sobre Producción más Limpia?	Total de Encuestados	Frecuencia relativa	Porcentaje %
Si	7	0,28	28,00%
No	18	0,72	72,00%
TOTAL	25	1,00	100,00%

Fuente: elaboración propia.

Figura 8. **Gráfica con porcentajes sobre el conocimiento del término Producción más Limpia**



Fuente: elaboración propia.



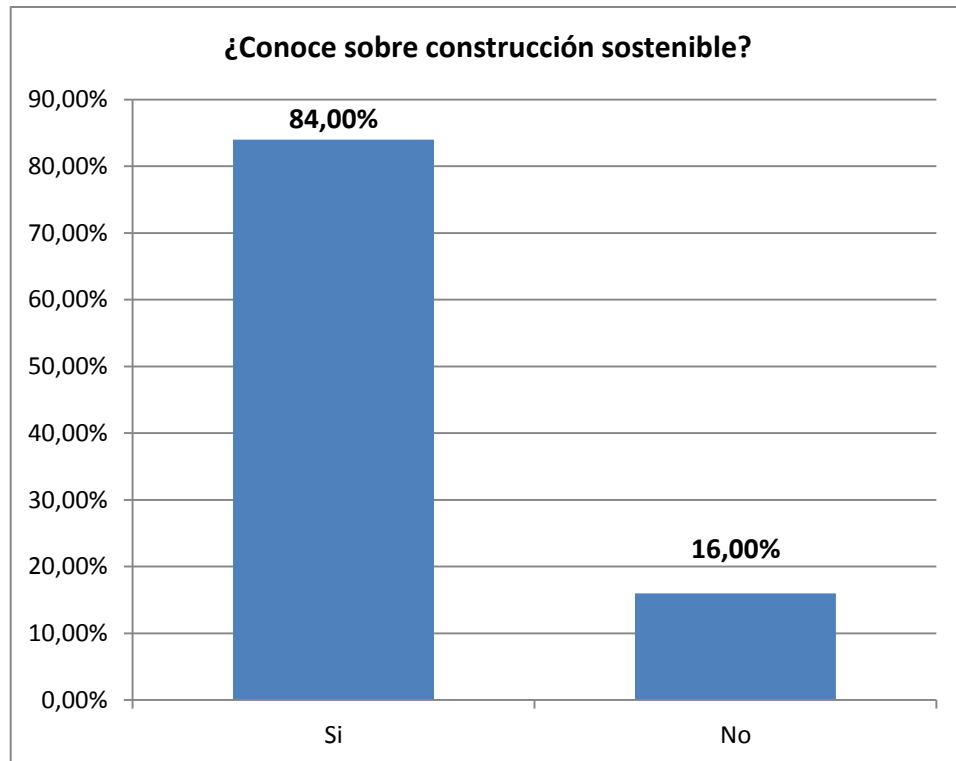
Con respecto a Producción más Limpia, únicamente un 28 por ciento conoce el término, mientras que un 72 por ciento afirma desconocerlo. Siendo este un concepto importante que busca reducir los riesgos para los seres humanos y el ambiente, se puede ver que es necesaria la expansión en el conocimiento del término dentro del gremio de la construcción, todo esto con la finalidad de lograr que cuando ya se encuentren familiarizados con el término y sus beneficios puedan aplicarlo.

Tabla XIII. **Resultados obtenidos mediante encuesta en relación al conocimiento del término Construcción Sostenible**

<b>¿Conoce sobre construcción sostenible?</b>	<b>Total de Encuestados</b>	<b>Frecuencia relativa</b>	<b>Porcentaje %</b>
Si	21	0,84	84,00%
No	4	0,16	16,00%
TOTAL	25	1,00	100,00%

Fuente: elaboración propia.

Figura 9. **Gráfica con porcentajes sobre el conocimiento del término construcción sostenible**



Fuente: elaboración propia.

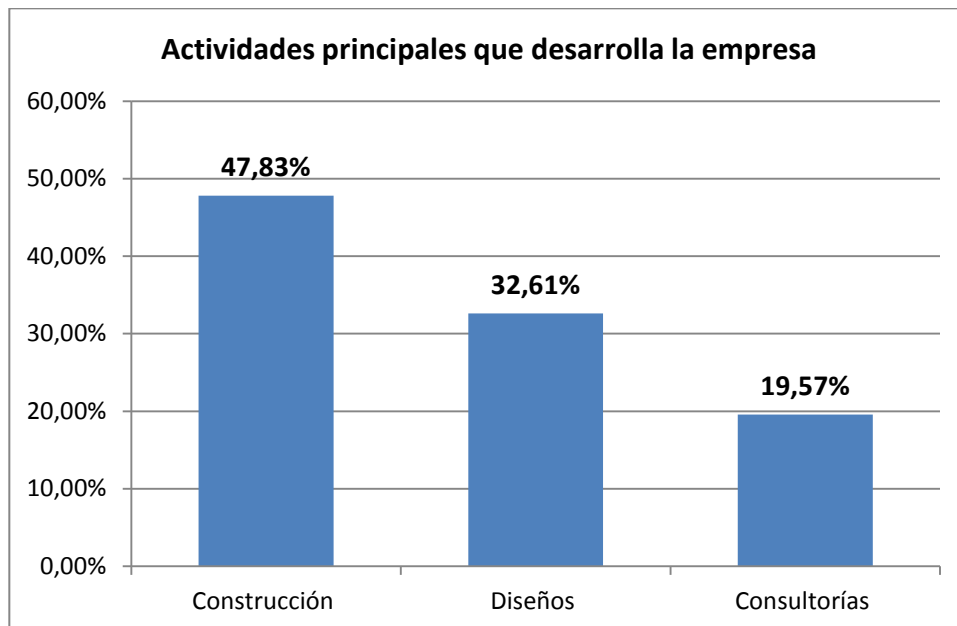
El 84 por ciento de los encuestados afirma conocer el término construcción sostenible, aunque ninguno pudo asegurar que se aplicara en los procesos que desarrolla diariamente. Y solamente un 16 por ciento desconoce el término.

Tabla XIV. **Resultados obtenidos mediante encuesta en relación a las actividades principales que desarrolla la empresa**

Actividades principales que desarrollan	Total de Encuestados	Frecuencia relativa	Porcentaje %
Construcción	22	0,48	47,83%
Diseños	15	0,33	32,61%
Consultorías	9	0,20	19,57%
TOTAL	46	1,00	100,00%

Fuente: elaboración propia.

Figura 10. **Gráfica de porcentajes obtenidos según las principales actividades que la empresa desarrolla**



Fuente: elaboración propia.

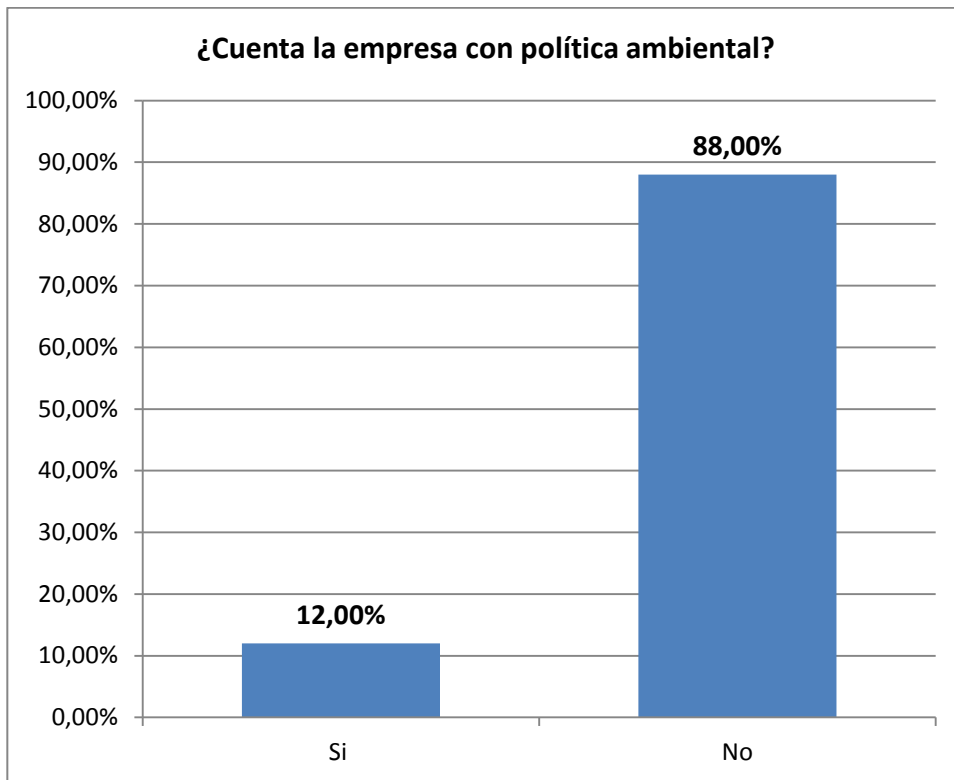
Se considera un factor importante e influyente el tipo de actividad que en general desarrolla la persona encuestada en la empresa en la que se desenvuelve, esto debido a que el tipo de actividad dará un indicio del tipo de desechos que la misma genere. Se observa un 32,61 por ciento se dedica en su mayoría al diseño y un 19,57 por ciento a las consultorías, ambas actividades no generan desechos de construcción. Pero la mayoría de las empresas un 48 por ciento se dedica a la construcción, siendo este el rubro que más residuos de construcción genera.

Tabla XV. **Resultados obtenidos mediante encuesta en relación a la aplicación de una política ambiental dentro de la empresa**

<b>¿Cuenta la empresa con política ambiental?</b>	<b>Total de Encuestados</b>	<b>Frecuencia relativa</b>	<b>Porcentaje %</b>
Si	3	0,12	12,00%
No	22	0,88	88,00%
TOTAL	25	1,00	100,00%

Fuente: elaboración propia.

Figura 11. **Gráfica de porcentajes que muestra la cantidad de empresas que cuentan con una política ambiental interna**



Fuente: elaboración propia.

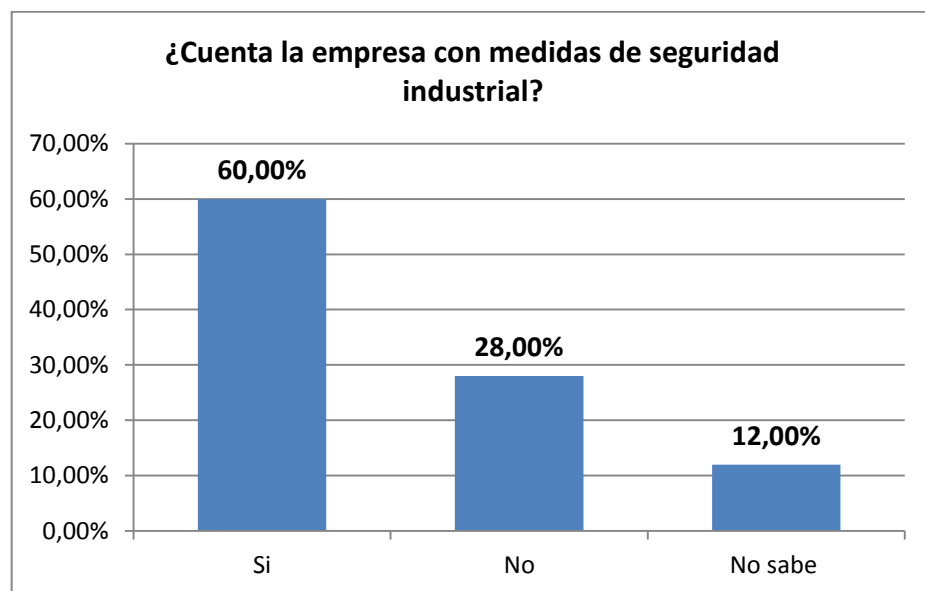
La política ambiental comprende el conjunto de esfuerzos que se encaminan hacia la conservación de la vida humana, el ambiente y un desarrollo sustentable, sin embargo únicamente el 12 por ciento de los encuestados afirma que la empresa aplica una política ambiental en el desarrollo de sus actividades, por lo que el restante 88 por ciento de las empresas no cuentan con un plan para la conservación del ambiente y la vida humana.

Tabla XVI. **Resultados obtenidos mediante encuesta en relación a la aplicación de medidas de seguridad industrial en la empresa**

<b>¿Cuenta la empresa con medidas de seguridad industrial?</b>	<b>Total de Encuestados</b>	<b>Frecuencia relativa</b>	<b>Porcentaje %</b>
Si	15	0,60	60,00%
No	7	0,28	28,00%
No sabe	3	0,12	12,00%
TOTAL	25	1,00	100,00%

Fuente: elaboración propia.

Figura 12. **Gráfica de porcentajes que muestra la cantidad de empresas que cuentan con medidas de seguridad industrial**



Fuente: elaboración propia.

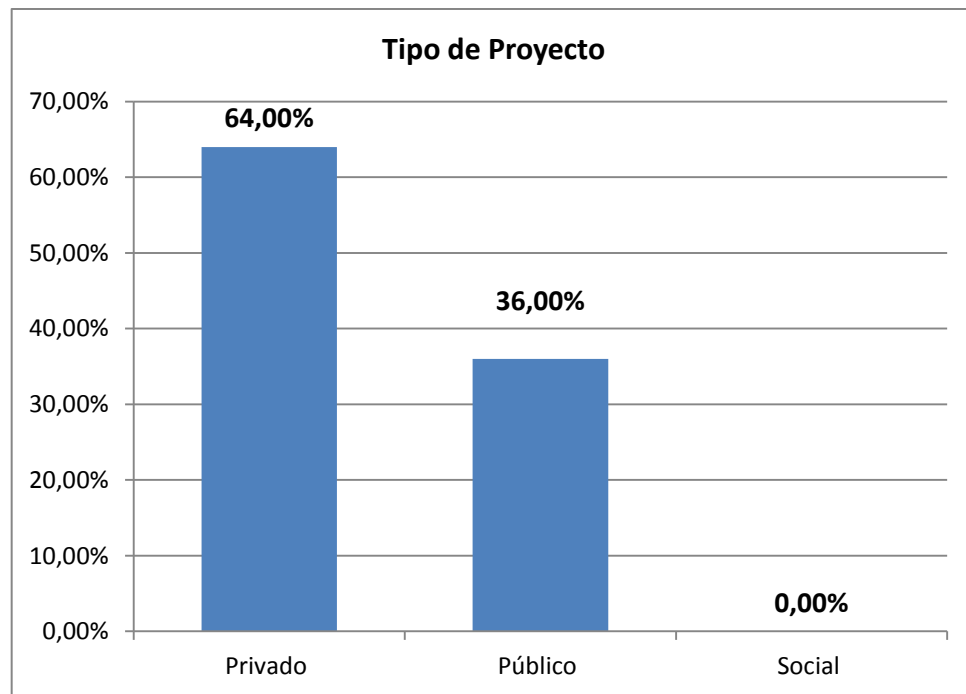
Las medidas de seguridad industrial están enfocadas en dar los lineamientos para manejar y reducir los riesgos en la industria, en este caso el 60 por ciento de los encuestados asegura que la empresa aplica las medidas de seguridad industrial, mientras que un 12 por ciento desconoce si se aplican. En el área de la construcción especialmente debido al manejo de herramienta y material pesado o nocivo para la salud es primordial la aplicación de las medidas correspondientes. Estos porcentajes implican también que una buena porción de las empresas necesitan dar a conocer a sus empleados el tipo de normas de seguridad industrial que aplican y como deberán sus empleados seguirlas.

Tabla XVII. **Resultados obtenidos mediante encuesta en relación al tipo de proyectos que realiza la empresa**

<b>Tipo de proyecto</b>	<b>Total de Encuestados</b>	<b>Frecuencia relativa</b>	<b>Porcentaje %</b>
Privado	16	0,64	64,00%
Público	9	0,36	36,00%
Social	0	0,00	0,00%
TOTAL	25	1,00	100,00%

Fuente: elaboración propia.

Figura 13. **Gráfica de porcentajes que muestra los tipos de proyectos desarrollados**



Fuente: elaboración propia.

El tipo de proyecto que más realizaron las personas es del tipo privado en un 64 por ciento, mientras que el porcentaje de proyectos sociales fue de un 0 por ciento. Se puede ver entonces que la mayor parte de la construcción en Guatemala está controlada por la iniciativa privada y es esta la que produce entonces la cantidad más significativa de residuos de construcción.

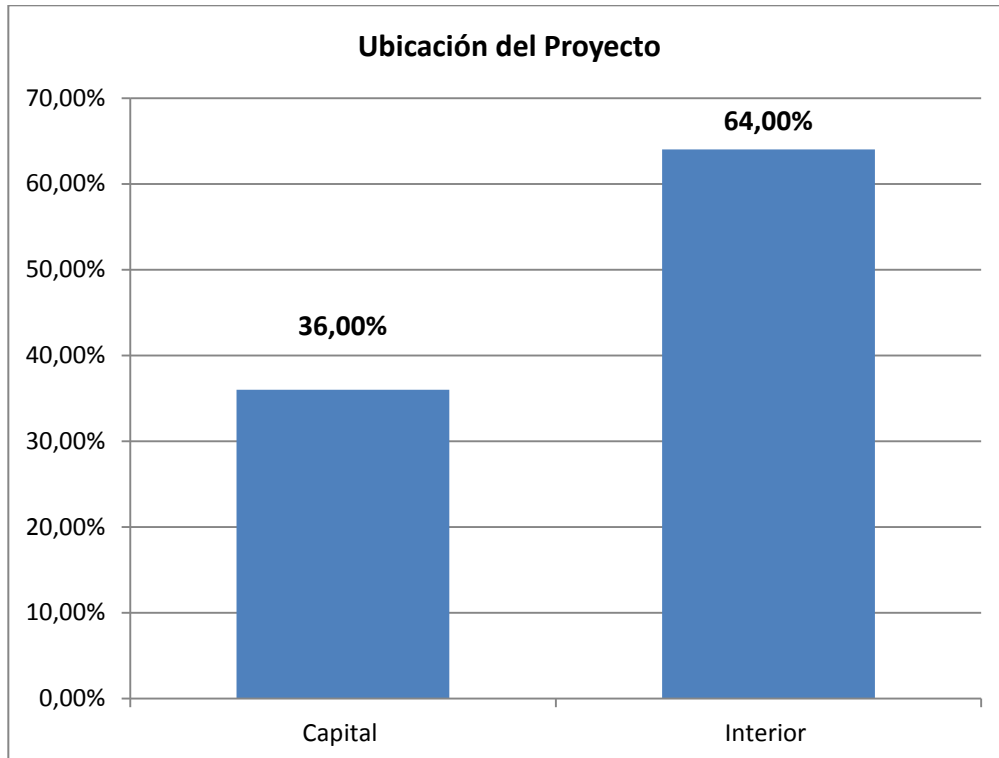


Tabla XVIII. **Resultados obtenidos mediante encuesta en relación a la ubicación de los proyectos realizados**

Ubicación del proyecto	Total de Encuestados	Frecuencia relativa	Porcentaje %
Capital	9	0,36	36,00%
Interior	16	0,64	64,00%
TOTAL	25	1,00	100,00%

Fuente: elaboración propia.

Figura 14. **Gráfica de porcentajes que muestra la ubicación de los proyectos desarrollados**



Fuente: elaboración propia.

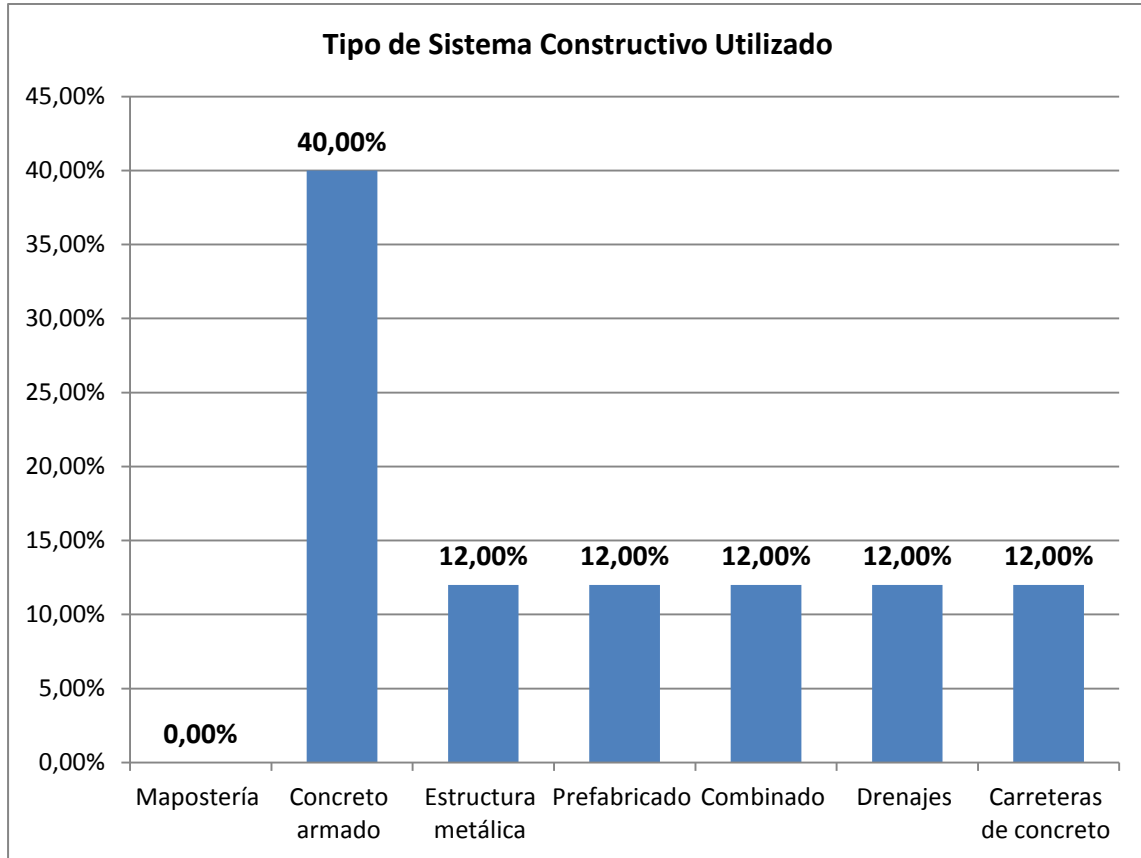
El 64 por ciento de los proyectos estuvo ubicado en el interior de la república. Se sabe que los controles en cuanto a disposición de desechos de construcción son más débiles en el interior de la república lo que hace más grande el impacto que estos generan. Y un 36 por ciento de los proyectos se ubicaron en la ciudad capital de Guatemala, representando este porcentaje los residuos de construcción que son generados en la ciudad y que estarían disponibles para aplicar algún tipo de tratamiento.

Tabla XIX. **Resultados obtenidos mediante encuesta en relación al tipo de sistema constructivo utilizado**

<b>Tipo de sistema constructivo</b>	<b>Total de Encuestados</b>	<b>Frecuencia relativa</b>	<b>Porcentaje %</b>
Mampostería	0	0,00	0,00%
Concreto armado	10	0,40	40,00%
Estructura Metálica	3	0,12	12,00%
Prefabricado	3	0,12	12,00%
Combinado	3	0,12	12,00%
Drenajes	3	0,12	12,00%
Carreteras de concreto	3	0,12	12,00%
<b>TOTAL</b>	<b>25</b>	<b>1,00</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: elaboración propia.

Figura 15. **Gráfica de porcentajes que muestra los tipos de sistemas constructivos utilizados**



Fuente: elaboración propia.

El concreto armado fue el método constructivo más utilizado en un 40 por ciento. El tipo de desechos que se generan de esta actividad van desde los residuos de concreto y varillas de hierro entre otros como el papel de los sacos de cemento, por lo que se puede identificar que este tipo de desechos son los que más se generan en la industria de la construcción. La mampostería es el método menos utilizado, siendo este sistema tradicional de construcción compuesto en su mayor parte por ladrillos, blocks y piedras, se puede

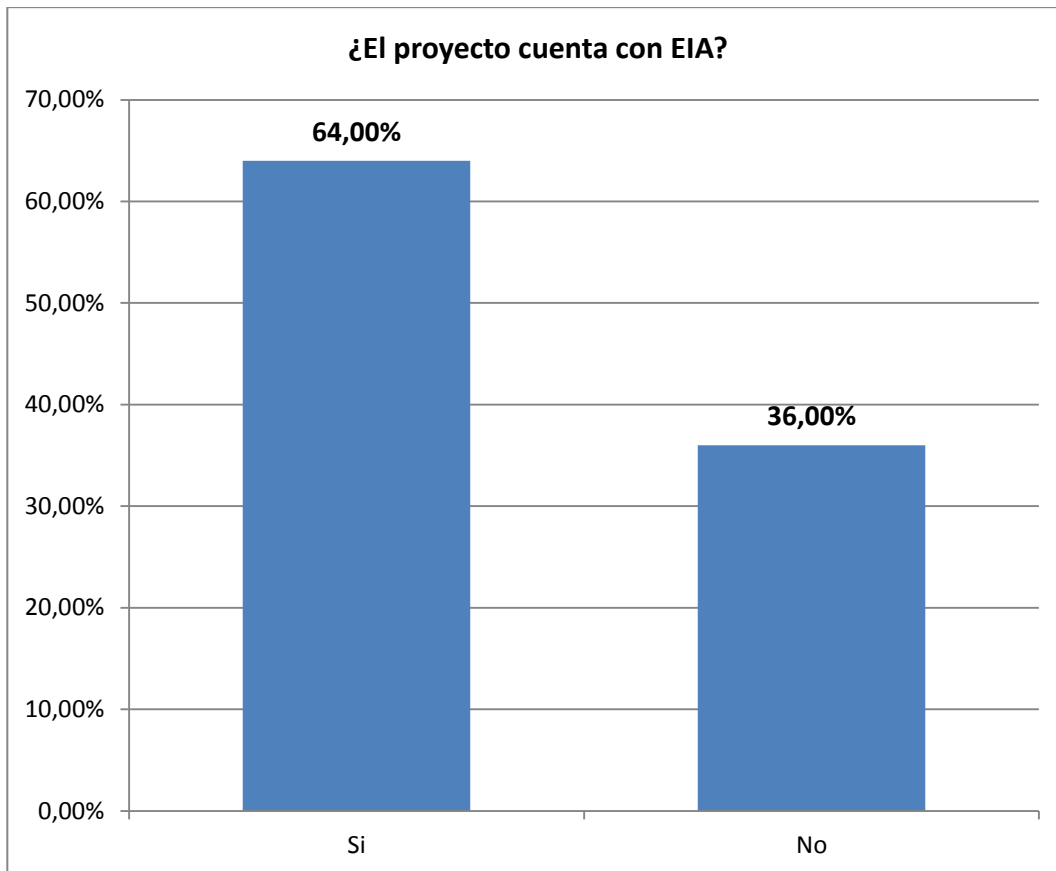
determinar que los residuos de este tipo de construcción serán en bajo porcentaje.

Tabla XX. **Resultados obtenidos mediante encuesta en relación al cumplimiento de la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA)**

<b>¿El proyecto tiene EIA?</b>	<b>Total de Encuestados</b>	<b>Frecuencia relativa</b>	<b>Porcentaje %</b>
Si	16	0,64	64,00%
No	9	0,36	36,00%
TOTAL	25	1,00	100,00%

Fuente: elaboración propia.

Figura 16. **Gráfica de porcentajes que muestra la cantidad de encuestados que realiza Estudios de Impacto Ambiental (EIA)**



Fuente: elaboración propia.

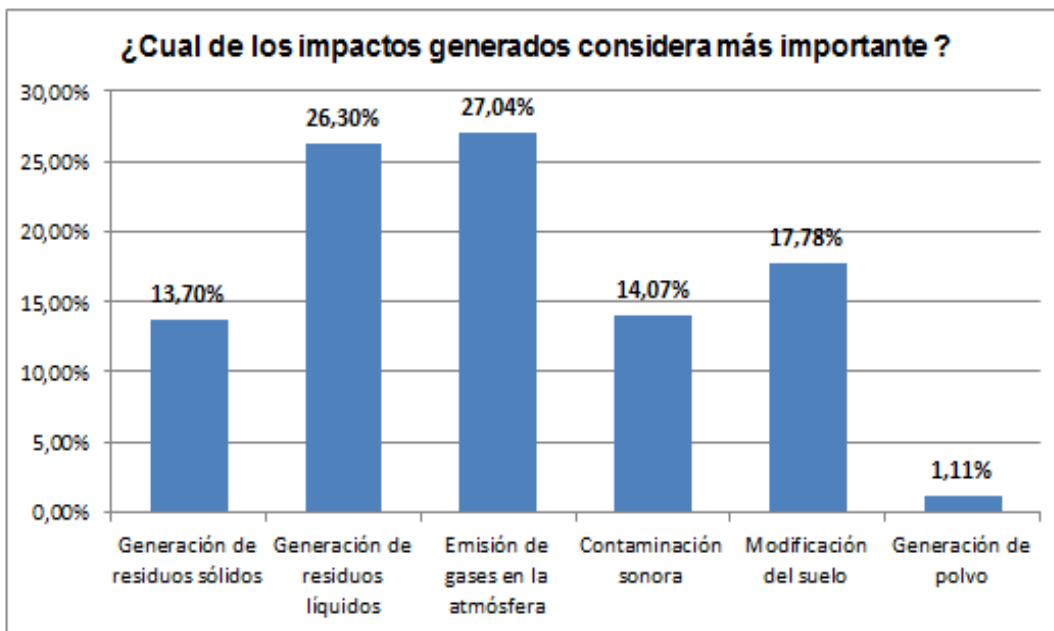
A pesar de que se conoce que la legislación lo hace obligatorio y es un requisito indispensable para la emisión de una licencia de construcción el 36 por ciento afirma que los proyectos no contaban con un Estudio de Impacto Ambiental. Lo que indica que las autoridades municipales no están aplicando de manera eficiente la ley al requerir el estudio.

Tabla XXI. **Resultados obtenidos mediante encuesta en relación al tipo de impactos ambientales generados durante el manejo de residuos de construcción y la importancia de cada uno**

¿Cuál de los impactos generados en el manejo de residuos considera más importante?	Total de Encuestados	Frecuencia relativa	Porcentaje %
Generación de residuos sólidos	37	0,14	13,70%
Generación de residuos líquidos	71	0,26	26,30%
Emisión de gases en la atmósfera	73	0,27	27,04%
Contaminación sonora	38	0,14	14,07%
Modificación del suelo	48	0,18	17,78%
Generación de polvo	3	0,01	1,11%
TOTAL	270	1,00	100,00%

Fuente: elaboración propia.

Figura 17. **Gráfica de porcentajes que muestra la importancia de los impactos generados en la construcción**



Fuente: elaboración propia.

La emisión de gases con un 27 por ciento es considerado por las empresas como el impacto más importante generado en la construcción, la emisión de gases se genera tanto como la maquinaria y equipo utilizado en obra como para el transporte de residuos generados en obra por medio de camiones de volteo.

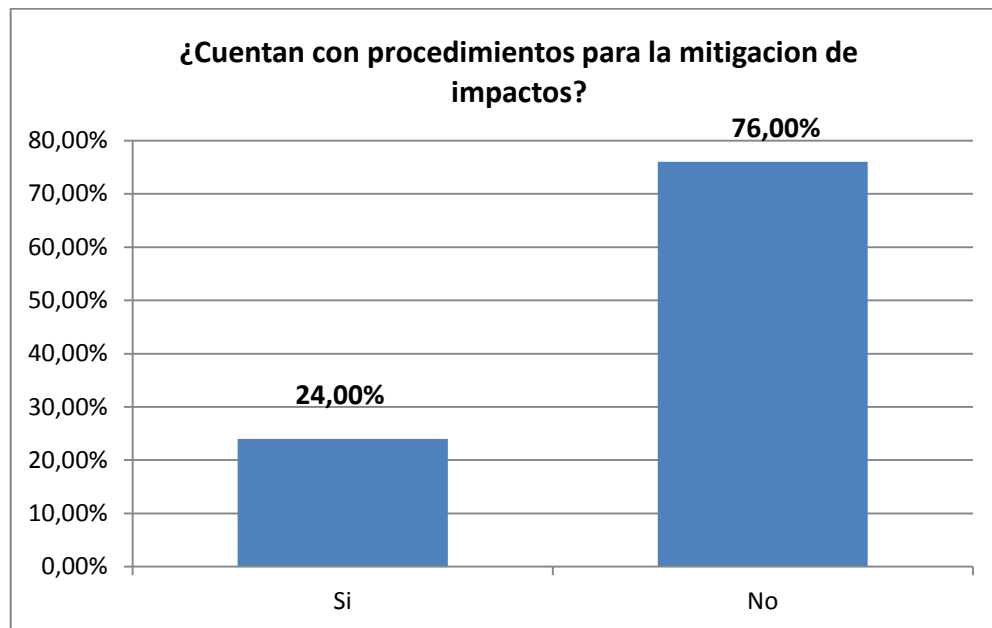
La generación de polvo es el impacto que consideran menos importante con un 1 por ciento, aunque este impacto es bastante perjudicial para las comunidades y personas que viven en áreas cercanas a los proyectos.

Tabla XXII. **Resultados obtenidos mediante encuesta en relación a la aplicación de procedimientos para la mitigación de impactos ambientales**

<b>¿Cuentan con procedimientos para la mitigación de impactos ambientales?</b>	<b>Total de Encuestados</b>	<b>Frecuencia relativa</b>	<b>Porcentaje %</b>
Si	6	0,24	24,00%
No	19	0,76	76,00%
TOTAL	25	1,00	100,00%

Fuente: elaboración propia.

Figura 18. **Gráfica de porcentajes que muestra la cantidad de encuestados que cuentan con procedimientos para la mitigación de impactos**



Fuente: elaboración propia.



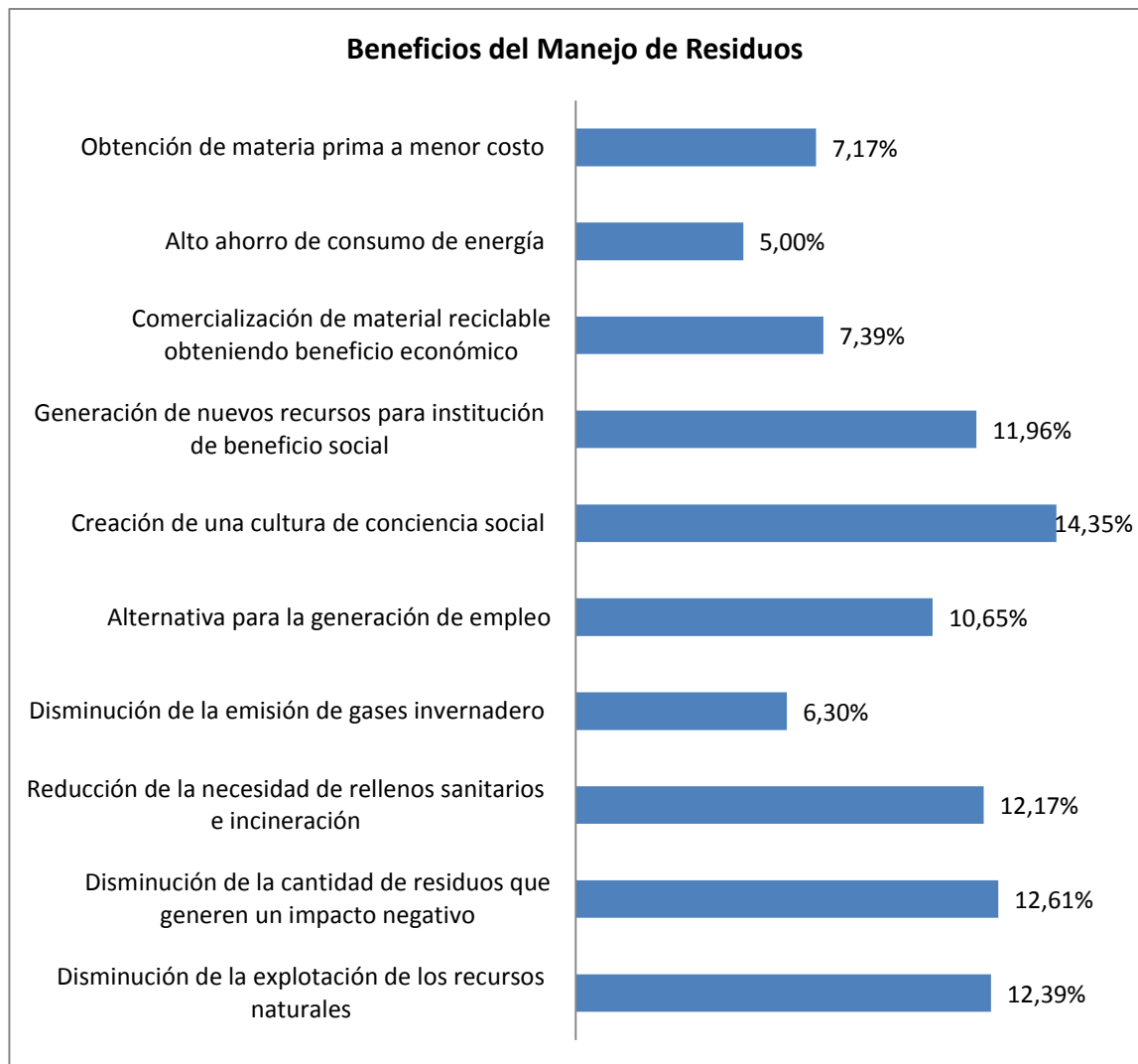
El procedimiento para la mitigación de impactos define las tareas que el constructor deberá realizar para evitar, reducir y mitigar los impactos negativos que se generen durante la ejecución de las actividades constructivas. Debido a que el objetivo de estos procedimientos es lograr la conservación del entorno ambiental es importante que las empresas y toda persona relacionada con la construcción conozca los procedimientos aplicables a cada caso. Únicamente un 24 por ciento asegura contar con procedimientos específicos a seguir y un 76 por ciento no los tiene, lo que alerta acerca de la necesidad de regularizar legalmente los procesos de mitigación.

Tabla XXIII. **Resultados obtenidos mediante encuesta en relación a los beneficios del manejo de residuos de construcción**

<b>BENEFICIOS DEL MANEJO DE RESIDUOS</b>	<b>Total de Encuestados</b>	<b>Frecuencia relativa</b>	<b>Porcentaje %</b>
Disminución de la explotación de los recursos naturales	57	0,12	12,39%
Disminución de la cantidad de residuos que generen un impacto negativo	58	0,13	12,61%
Reducción de la necesidad de rellenos sanitarios e incineración	56	0,12	12,17%
Disminución de la emisión de gases invernadero	29	0,06	6,30%
Alternativa para la generación de empleo	49	0,11	10,65%
Creación de una cultura de conciencia social	66	0,14	14,35%
Generación de nuevos recursos para institución de beneficio social	55	0,12	11,96%
Comercialización de material reciclable obteniendo beneficio económico	34	0,07	7,39%
Alto ahorro de consumo de energía	23	0,05	5,00%
Obtención de materia prima a menor costo	33	0,07	7,17%
<b>TOTAL</b>	<b>460</b>	<b>1,00</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: elaboración propia.

Figura 19. **Gráfica de porcentajes que muestra los beneficios obtenidos en el manejo de residuos de construcción**



Fuente: elaboración propia.

Entre los beneficios obtenidos en el manejo de residuos de construcción las empresas y constructores consideran como el más importante con un 14 por ciento la creación de una cultura de conciencia social, a la vez que se consideran importantes también con un porcentaje del 12 por ciento la

disminución en la explotación de recursos naturales, la disminución en la cantidad de residuos que generen un impacto negativo y la reducción en la necesidad de rellenos sanitarios e incineración. El beneficio que se considera menos importante es el ahorro en el consumo de energía con un 5 por ciento de los encuestados.

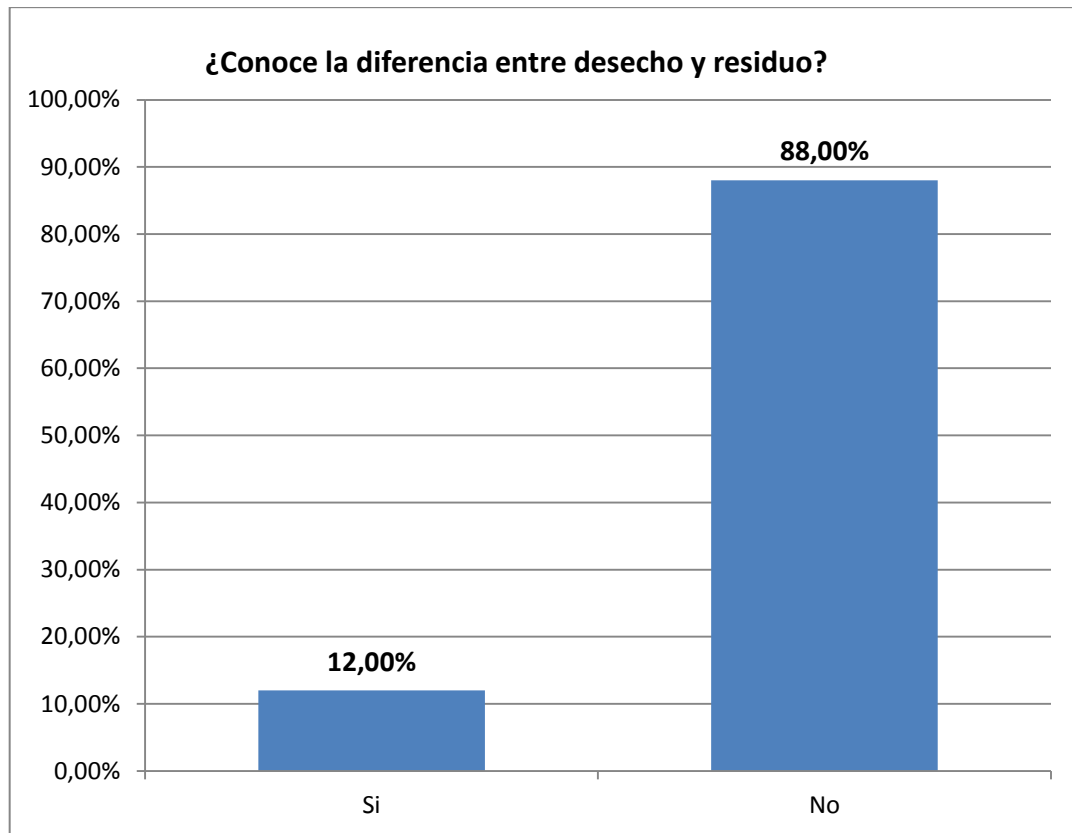
En el momento de realizar una evaluación a conciencia sobre los beneficios que podría proporcionar un adecuado manejo de residuos de construcción se considera que el factor económico estaría por encima de todos los demás factores mencionados, ya que aunque existan numerosos beneficios el ahorro en energía y la obtención de materia prima a menor costo así como la comercialización de material reciclable serían los beneficios que se traducirían en montos económicos importantes para las empresas y constructores lo que permitiría impulsar la gestión de los residuos de construcción.

Tabla XXIV. **Resultados obtenidos mediante encuesta en relación al conocimiento de los términos desecho y residuo**

<b>¿Conoce la diferencia entre desecho y residuo?</b>	<b>Total de Encuestados</b>	<b>Frecuencia relativa</b>	<b>Porcentaje %</b>
Si	3	0,12	12,00%
No	22	0,88	88,00%
<b>TOTAL</b>	<b>25</b>	<b>1,00</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: elaboración propia.

Figura 20. **Gráfica de porcentajes que muestra la cantidad de encuestados que conoce la diferencia entre desecho y residuo**



Fuente: elaboración propia.

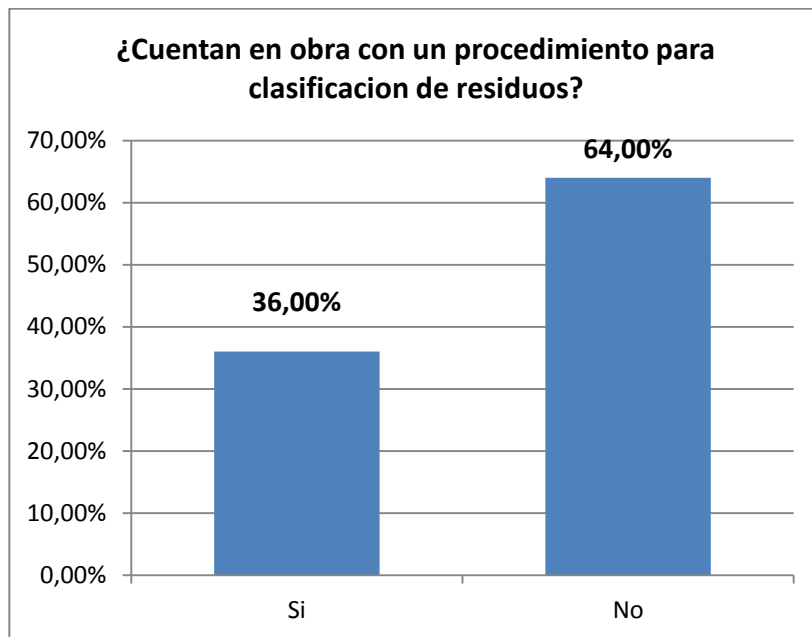
Conocer la diferencia entre desecho y residuo es parte fundamental para la selección y clasificación de los desechos de construcción y demolición para su posterior tratamiento. El 88 por ciento de los encuestados asegura que no conoce la diferencia entre desecho y residuo, esto debido principalmente a que en el ámbito de la construcción en Guatemala aún no se aplican procesos de clasificación y revalorización de materiales con los que las personas estén familiarizadas.

Tabla XXV. **Resultados obtenidos mediante encuesta en relación a los procedimientos en obra para clasificación de residuos de construcción**

<b>¿Cuentan en obra con procedimiento para clasificación de residuos?</b>	<b>Total de Encuestados</b>	<b>Frecuencia relativa</b>	<b>Porcentaje %</b>
Si	9	0,36	36,00%
No	16	0,64	64,00%
TOTAL	25	1,00	100,00%

Fuente: elaboración propia.

Figura 21. **Gráfica de porcentajes que muestra la cantidad de encuestados que cuentan en obra con un procedimiento para la clasificación de residuos**



Fuente: elaboración propia.

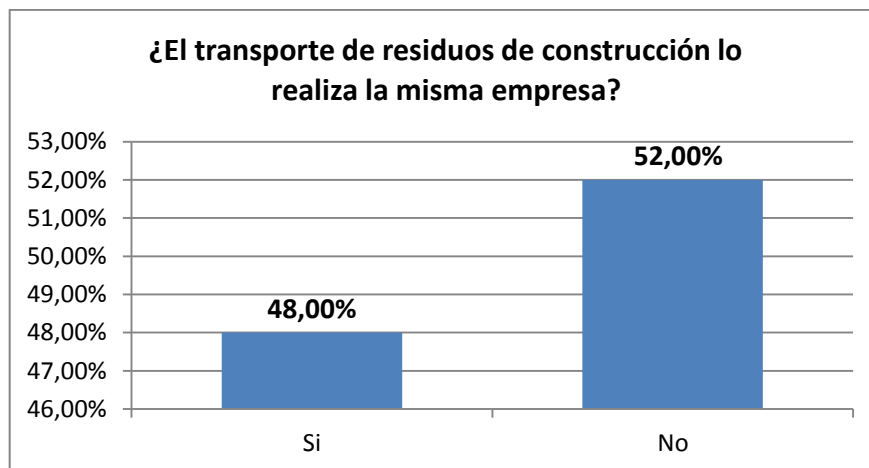
La clasificación de los residuos de construcción se da en las obras de construcción en un 36 por ciento, mientras que un 64 por ciento asegura que los desechos se vierten en botaderos sin ninguna clasificación previa o revalorización lo que es una práctica poco ecológica.

Tabla XXVI. **Resultados obtenidos mediante encuesta en relación al transporte de residuos de construcción**

¿El transporte de residuos de construcción lo realiza la empresa?	Total de Encuestados	Frecuencia relativa	Porcentaje %
Si	12	0,48	48,00%
No	13	0,52	52,00%
TOTAL	25	1,00	100,00%

Fuente: elaboración propia.

Figura 22. **Gráfica de porcentajes que muestra quien es responsable del transporte de residuos de construcción**



Fuente: elaboración propia.

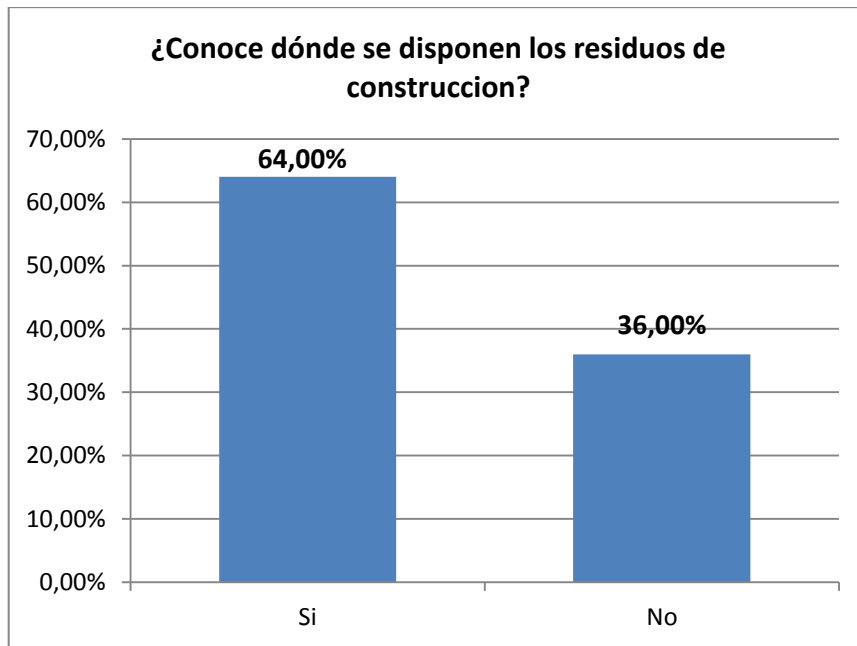
Se puede ver que el transporte de los residuos lo realizan en igual cantidad la empresa misma o una empresa ajena contratada para ello. En ambos casos la empresa constructora siempre debería mantener la responsabilidad de realizar un vertido de desechos de manera responsable.

Tabla XXVII. **Resultados obtenidos mediante encuesta en relación al conocimiento del destino de los residuos de construcción generados**

¿Conoce dónde se disponen los residuos de construcción?	Total de Encuestados	Frecuencia relativa	Porcentaje %
Si	16	0,64	64,00%
No	9	0,36	36,00%
TOTAL	25	1,00	100,00%

Fuente: elaboración propia.

Figura 23. **Gráfica de porcentajes que muestra si las personas encuestadas conocen en donde se disponen los residuos de construcción**



Fuente: elaboración propia.

Parte importante de la responsabilidad en la generación de residuos de construcción consiste en el lugar en donde se disponen los residuos, aun así un 36 por ciento de las personas encuestadas desconocen el lugar en donde esto se realiza.

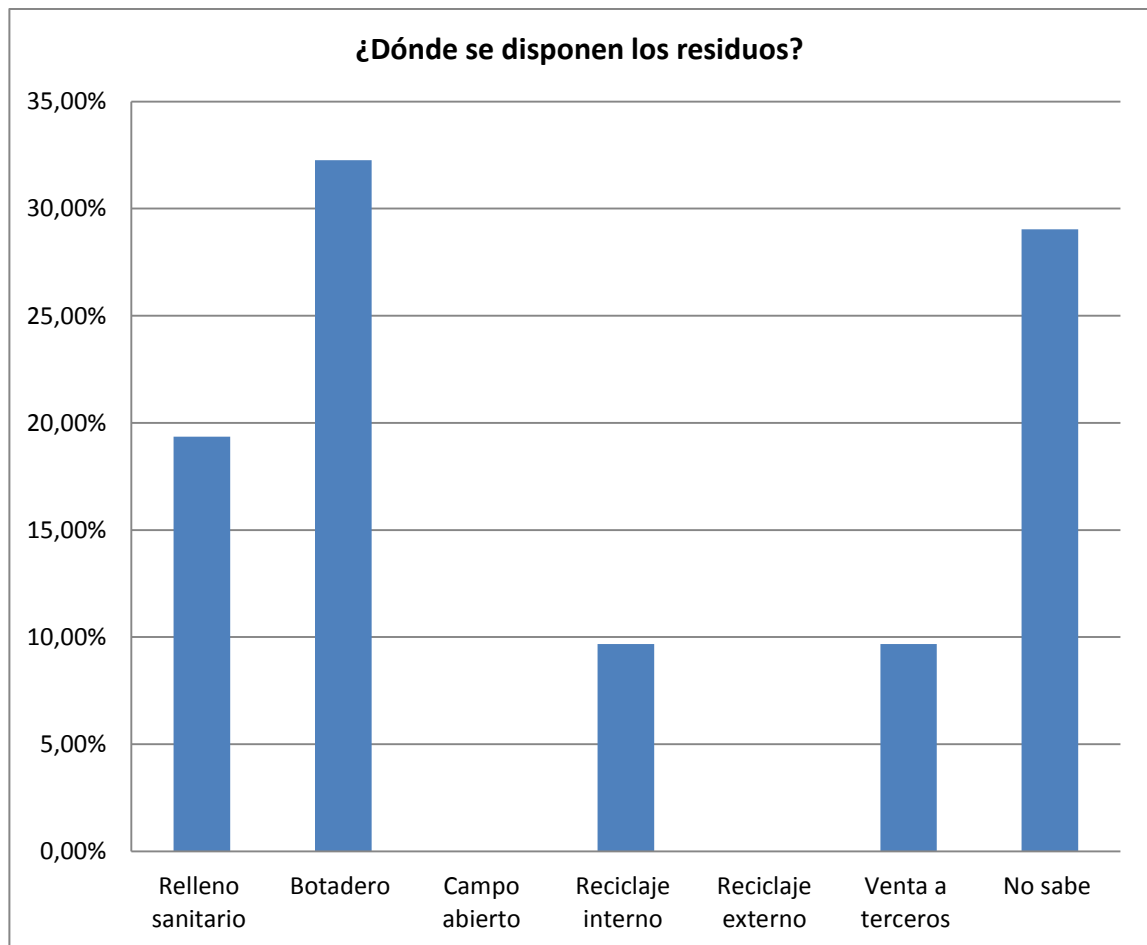


Tabla XXVIII. **Resultados obtenidos mediante encuesta en relación al lugar en dónde se disponen los residuos de construcción**

<b>¿Dónde se disponen los residuos?</b>	<b>Total de Encuestados</b>	<b>Frecuencia relativa</b>	<b>Porcentaje %</b>
Relleno sanitario	6	0,19	19,35%
Botadero	10	0,32	32,26%
Campo abierto	0	0,00	0,00%
Reciclaje interno	3	0,10	9,68%
Reciclaje externo	0	0,00	0,00%
Venta a terceros	3	0,10	9,68%
No sabe	9	0,29	29,03%
<b>TOTAL</b>	<b>31</b>	<b>1,00</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: elaboración propia.

Figura 24. **Gráfica de porcentajes que muestra dónde se disponen los residuos de construcción**



Fuente: elaboración propia.

El 32 por ciento asegura que los desechos se disponen en un botadero común, y se observa también que es alta la cantidad de encuestados que desconoce el destino de los mismos, siendo este un 29,03 por ciento y un 0 por ciento se destina a reciclaje externo por lo que existe un mercado potencialmente grande para el reciclaje de los residuos de construcción y demolición.

### **5.3. Propuesta alternativas gestión de los residuos de construcción**

El aumento de la conciencia por el cuidado del medio ambiente de la sociedad, junto con el fortalecimiento de la legislación, motiva un escenario orientado a incentivar formas de gestión preferentes, tales como la recuperación o el reciclaje de materiales, que permitan aumentar el ciclo de rotación de los materiales una vez finalizada su vida útil.

#### **5.3.1. Descripción**

Se debe conocer información como las medidas de minimización de residuos y de prevención a tener en cuenta en la obra, la estimación de la cantidad de residuos que se van a producir y clasificarlos según su naturaleza y tipología, a la vez establecer las instalaciones destinadas al almacenamiento, manejo y demás operación para la gestión. Es útil conocer el costo precio para la correcta gestión de los residuos de construcción.

Entre las alternativas de tratamiento de residuos generados en el proceso de construcción, la opción más deseable, es sin duda, la reutilización de los productos obtenidos en nuevas construcciones.

La ventaja de esta opción es la de impedir la contaminación debido a que a través de este mecanismo desaparece el residuo, reconvirtiendo las tareas de demolición de edificaciones existentes y la recolección de restos en obras nuevas, formando parte de un nuevo proceso de producción con los materiales que van a ser reutilizados.

Las opciones de reutilización son las siguientes:

- Reutilización directa en la propia obra
- Reutilización en otras obras

La reutilización en la propia obra implicaría dos fases que son la selección previa del material y la segunda la limpieza previa del mismo.

Una vez seleccionado y limpio, el residuo se encuentra en perfecto estado para ser reutilizado. Con esta alternativa, los productos originales no son alterados en su forma ni en sus propiedades.

La reutilización en otras obras es una alternativa igual que la anterior desde el punto de vista productivo, con la diferencia que es necesario transportar los materiales a las obras de destino.

Desde un punto de vista económico, la situación es muy diferente llegando a presentar incluso inconvenientes, ya que en este caso, la decisión sobre el nuevo destino de los materiales que van a ser reutilizados, está vinculada a la existencia de mercados donde se vendan y se compren los productos obtenidos como residuo de otras obras.

Estos se denominan mercados secundarios y aunque la situación difiere mucho de unos lugares a otros, son en general escasos, encontrándose a lo sumo mercados para el acero, la madera y algunos productos específicos como pueden ser las tejas.

Un componente principal de los residuos es la cerámica, esta forma parte de los productos utilizados en paredes de fachadas y particiones interiores, fundamentalmente ladrillos, baldosas y tejas. Por lo tanto representan un porcentaje considerable de residuos generados. Es usual el recorte de estas

piezas por lo que se aconseja acondicionar un espacio para su almacenaje con el fin de reutilizarlos. Si no es viable su reciclado se pueden almacenar como escombros o restos de obra junto a otros materiales inertes, pudiéndose depositar en vertederos controlados de tierras y escombros.

En última instancia, se puede utilizar como material de relleno o de almacenamiento en vertederos de escombros controlados. Los residuos de porcelana, se pueden emplear como relleno de obras y carreteras o para la fabricación de hormigón reciclado previa trituración.

Los residuos de hierro debido a su durabilidad, se pueden reutilizar en la misma obra o en otras, e igualmente se puede valorizar en plantas de reciclado o como chatarra, previa separación electromagnética y almacenamiento selectivo.

Los residuos de aluminio que en mayor parte se encuentran en productos de cerrajería y carpintería metálica. Tienen una capacidad de reciclado elevada, debiéndose efectuar previamente su separación de los productos férreos. Además existe una gran demanda de este producto gracias a la importancia de su industria de transformación y la amplia gama de productos en los que se utiliza. Debe prevalecer su reutilización en la misma obra o en otras.

Los residuos de acero que se originan principalmente en la colocación de armaduras metálicas en estructuras y en residuos de envases de lata en los que se suministran pinturas, solventes, entre otros. En este caso son de fácil separación mediante métodos electromagnéticos o correcto almacenamiento en un contenedor durante la obra, teniendo gran posibilidad de reutilización en la misma o en otras edificaciones en caso de tener calidad óptima. En caso contrario se puede valorizar como chatarra. En el caso de las latas en los que

quedan residuos de pinturas, es conveniente primero agotar el resto de la pintura en la obra y también no mezclarlas con otros residuos y conservándolas en un contenedor específico.

Residuos provenientes de piedras naturales y materiales áridos se originan fundamentalmente en la fabricación de concreto en obra. Para reducir su consumo se aconseja utilizar concreto triturado de fuentes recicladas. Se podría reutilizar como material de cobertura y relleno para modificar orografías en la obra donde se generan o en otras colindantes. Como última opción, se dispondrían en contenedores junto con otros residuos similares, como las tierras para transportarlas y depositarlas en vertederos de obras.

### **5.3.2. Tipos**

La gestión de residuos de construcción y demolición debe seguir una jerarquía del tipo de residuos que consiste, en primer lugar en minimizar y reutilizar todo el residuo posible, en segundo lugar se debe reciclar lo que no se pueda reutilizar y por último lo que no se pueda reusar ni reciclar.

La última opción que debe considerarse cuando los residuos no son valorizables es la eliminación del residuo en condiciones seguras, es decir en una instalación autorizada para ello.

Figura 25. **Jerarquía de aplicación para la gestión de residuos**



Fuente: diagnóstico básico de residuos de la construcción del Estado de México. 2007.

Se considera como primer tipo de residuos, los peligrosos, debido a su alto potencial contaminante, estos suelen no ser reutilizables. En consecuencia la única opción viable sería la entrega para su disposición a un gestor autorizado para tratar residuos peligrosos.

Cuando se habla de residuos no peligrosos, entonces las alternativas para su gestión comienzan a ser mayores, dado que en un principio es posible su reutilización, su reciclado y su eliminación.

Una condición necesaria para el reciclaje de los residuos de construcción es una separación cuidadosa. Los residuos de las nuevas construcciones y de restauraciones se seleccionan en el lugar de producción o en un lugar especial de tratamiento.

Por el contrario, la clasificación de los residuos de construcción procedentes de la demolición es un proceso más complicado. La demolición, hasta hace poco, se consideraba como un proceso poco técnico. La principal meta en obra era una demolición rápida y el vertido de los desechos. Las medidas especiales para separar diferentes tipos de materiales no se realizaban ya que eran incompatibles con la rapidez exigida al trabajo.

Una manipulación óptima y el reciclaje de los residuos de la construcción dependen de que los materiales se separen en el sitio y en coordinación con el proceso de demolición. Esto requiere que se introduzca la demolición selectiva, lo que obliga a que, antes y durante la demolición, se lleve a cabo una separación de las diferentes materiales, para prevenir su mezcla y la contaminación de las materias reciclables como la madera, el papel, el cartón y plástico, entre otros.

Naturalmente, esto hace que el proceso selectivo de demolición sea más caro en comparación a los métodos tradicionales. Los ahorros económicos, aumentan si se tiene en cuenta que esto significa una mayor calidad de los materiales de demolición y elimina la necesidad de hacer la selección en una planta de reciclaje. También se ahorran los costos de transporte y tasas de material vertido en botaderos.

Una planta de reciclaje tiene una estructura parecida a una planta para el procesamiento de materias primas naturales con las mismas instalaciones y equipamiento. La planta de reciclaje constará de trituradores, separadores, unidades de transporte y unidades de control de la planta, los cuales se combinan en relación a sus objetivos. La trituración de los materiales para relleno puede hacerse por medio de equipos de trituración móviles que son montados temporalmente en el lugar de demolición. Los materiales reciclados



para cumplir ciertos estándares de calidad requieren plantas más desarrolladas con una, dos o varias plataformas de trituración.

La planta de tratamiento debe asegurar unas mínimas distancias de transporte, es decir situarse lo más cerca posible del centro de la ciudad donde se originan la mayoría de los residuos de la construcción y donde se da una más alta demanda de reciclaje de materias primas. Dependiendo de las actividades locales, se pueden habilitar vertederos temporales de residuos y pequeñas plantas móviles que pueden emplearse para un tratamiento primario de los residuos. Una planta regional de reciclaje debería estructurarse para cubrir las demandas locales de materias primas.

La venta de los materiales de las plantas de tratamiento debería coordinarse con la venta local de materias primas. Esto requiere que las partes interesadas se reúnan para concretar la marcha de los trabajos, por ejemplo los contratistas de demolición, compañías de transporte, la industria de las materias primas, de la construcción, las plantas de tratamiento de residuos y los inversores privados y públicos.

Una condición necesaria para que los productos reciclados encuentren su mercado como un sustituto para las materias primas es que satisfagan las exigencias técnicas y sean económicamente competitivos.

Desde hace años, se han dedicado numerosos estudios a la calidad y cumplimiento de las especificaciones técnicas de las materias recicladas. Estos informes llevados a cabo por la Reunión Internacional de Laboratorios de Ensayos e Investigación sobre los Materiales y las Construcciones sobre la demolición y reutilización del hormigón y elementos de mampostería, se hicieron en el período 1981-1988. Los resultados de estos estudios se vertieron

en un documento titulado *Los agregados reciclados y el hormigón agregado reciclado, estado actual de la cuestión, 1945-1985* del autor Torben C. Hansen.

Estos resultados muestran como los fragmentos de concreto triturados pueden usarse de diferentes maneras y que el concreto triturado es capaz de cumplir las especificaciones para los materiales agregados utilizados en el concreto, y emplearse en muchas estructuras diferentes.

En algunos países, en su mayoría europeos, se han aprobado tasas especiales a favor del reciclaje de desechos de construcción y demolición. Por ejemplo en Dinamarca se estableció una tasa por tonelada de residuos que no se reciclen.

Un proyecto piloto concluido recientemente en Dinamarca relativo a la demolición de dos puentes, aproximadamente 1 400 toneladas de hormigón sirvieron para los cimientos y las baldosas del suelo de nuevos edificios, lo que significó un ahorro total de 100 coronas danesas (unos 15 dólares aproximadamente) por tonelada con respecto a la demolición y depósito del material siguiendo los métodos tradicionales.

En Estados Unidos, la Asociación Federal de Carreteras, recicla los pavimentos de hormigón de manera habitual. Por ejemplo, durante la ampliación de siete mil carreteras en Wyoming, en 1985, el agregado fue una mezcla de materiales naturales y reciclados, con los que se ahorraron un 16 por ciento. El uso de materiales reciclados supuso un ahorro de 35.000-100.000 dólares USA por mil, en comparación a los métodos tradicionales.

En Colombia se han estudiado procesos en los cuales una vez obtenidos los residuos del concreto, estos son sometidos a procesos de trituración,

empleando una máquina trituradora de mandíbulas graduada de acuerdo al tamaño requerido para el agregado. Una vez procesado el material se separa por tamaño de partículas en un proceso de tamizado y se obtiene de una malla #4 un agregado grueso y el resto sería un árido fino. Se han realizado pruebas en vaciados de cilindros en los cuales se sustituye un 50 por ciento de los agregados naturales por los agregados reciclados para los cuales se realizan ensayos de resistencia a la compresión. En dichos ensayos se muestra que la resistencia arrojada por las muestras de concreto reciclado cumple con la resistencia requerida en normas que se encuentra en un rango de 17,00 Mega pascales a 21,00 Mega pascales a la edad de 28 días.

Esto lleva a la conclusión de que las posibilidades de uso y *marketing* de los productos obtenidos de los residuos de construcción son buenos y con unos precios competitivos. Existen, sin embargo, ciertas barreras mentales para el uso de los materiales reciclados. Esto causa dificultades considerables para una utilización racional de las posibilidades del reciclaje. En un programa para reciclar materiales de residuos de la construcción con la creación de plantas de tratamiento, es necesario hacer un gran énfasis a la información y educación junto a la organización y control del flujo de residuos y la gestión de las materias primas.

### **5.3.3. Beneficios**

Se crea en la población y en especial en los empleados relacionados directamente con la construcción el reto de implementar en su entorno de trabajo, buenas prácticas de manejo de residuos de construcción y hábitos de limpieza, orientadas a minimizar la generación, la reducción del uso excesivo de materiales no degradables y la limpieza de la vía pública.

Mejorar la comunicación y sensibilización con los habitantes de zonas aledañas a los botaderos, tanto autorizados como clandestinos y rellenos sanitarios, lo que permitiría generar mayor conciencia ambiental y promover la formación de comités de gestión de residuos de construcción, siendo éste un paso importante que va a permitir a que los comerciantes contribuyan con la recuperación de los residuos a través de un proceso de selección previa en cada uno de sus puestos de trabajo.

Además, se debe considerar que los comerciantes estarían actuando como sensibilizadores entre sus clientes promoviendo la forma de minimizar el uso de materiales contaminantes en la medida de lo posible.

La generación de un plan integral en donde participen vecinos de zonas aledañas mediante cooperativas de vecinos, tanto como las autoridades municipales y los responsables de la construcción, permitiría un cambio de actitud de los pobladores con respecto a la presencia de rellenos sanitarios o botaderos cercanos a sus comunidades.

Además de considerar los beneficios replicados en otras actividades comerciales que las políticas ambientales aplicadas a la construcción podrían aportar para la conservación de las comunidades y el ambiente.

Se fortalecería el área del servicio de limpieza pública de las municipalidades capacitando a trabajadores quienes asumen la tarea diaria de generar cambios y modernizar la gestión de los residuos de construcción generados en sus comunidades.

Los principales beneficios ambientales que se irán dando con la gestión integral de los residuos de construcción en los lugares de trabajo implican que:

la selección de residuos de construcción permita que se disminuya en gran escala los residuos a ser soterrados, que será un ejemplo para la ciudadanía; progresivamente iría disminuyendo la acumulación de los residuos de construcción en los barrancos y lechos de ríos, favoreciendo la recuperación del ambiente natural.

Producto de las acciones de incidencia, educación y sensibilización, se iría mejorado la cobertura del servicio de limpieza pública recuperación de residuos de construcción, ello se verificaría por la disminución en la acumulación de residuos de construcción en las quebradas, ríos y otros lugares inapropiados.

La implementación del programas de gestión y gerencia de residuos de construcción y demolición, permitiría contribuir al desarrollo de las capacidades de funcionarios públicos, quienes podrían generar iniciativas, en base a la aplicación de herramientas de gestión, tales como planes de sensibilización, estructura de costos, plan de supervisión y monitoreo entre otros. Ello va a contribuir de manera sustancial en la mejora continua y progresiva de la gestión de los residuos de construcción en cada uno de sus municipios.

La creación de campañas de difusión, educación y sensibilización desarrolladas a través de los medios de comunicación permitirían, por una parte, que la ciudadanía asuma cambios de actitud en relación al manejo responsable y la responsabilidad en el pago de sus tributos, y, por otra parte, las autoridades asuman mayores compromisos por mejorar la gestión en relación al servicio de limpieza, cambio que progresivamente debe de ir mejorando.

## CONCLUSIONES

1. La falta de concientización y capacitación al aparato operativo desarrollador del proceso constructivo en edificaciones para optimizar los recursos físicos y materiales, reduciendo los residuos de construcción y demolición, da como resultado una mala práctica ecológica, deteriorando el medio ambiente e incrementando los costos en el producto final.
2. La Gerencia de Residuos Sólidos Urbanos permitirá que se desarrollen capacidades en funcionarios públicos y altos mandos, quienes tienen aptitud de generar iniciativas que permitan una mejora continua en la gestión de residuos de construcción.
3. En Guatemala se ha observado un crecimiento significativo en la actividad industrial de la construcción y por ende el problema de los residuos de construcción y demoliciones se agrava ya que todavía no se ha tomado conciencia suficiente a recurrir a alternativas viables con base a conceptos de reducción, reutilización y reciclaje de dichos residuos y que constituyen prácticas más ecológicas.
4. En el medio local se observa la inexistencia de políticas y estrategias gubernamentales para la gestión de residuos sólidos urbanos, específicamente en lo que atañe a los generados en construcciones y demoliciones.



## RECOMENDACIONES

1. Promover la creación de una política amigable con el ambiente en las instituciones públicas y privadas, mediante la regeneración y reutilización de los residuos de construcción que permita la reducción de los desechos sólidos que son depositados en vertederos.
2. Consultar fuentes bibliográficas que permitan ampliar el conocimiento en materia de reutilización de residuos de construcción, mediante la aplicación de la jerarquía para su gestión.
3. Realizar un estudio económico para conocer la factibilidad económica y su impacto a nivel empresarial y de país, en cuanto a la correcta jerarquización de la gestión de residuos de construcción.
4. Desarrollar programas educativos que permitan dar a conocer a los estudiantes y profesionales involucrados en los procesos de construcción, las diferentes tecnologías y normativas que existen y permiten la reutilización y revaloración de desechos de construcción.
5. La Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de San Carlos de Guatemala como ente responsable de la educación superior en el área de la construcción, debe impulsar programas de investigación que contribuyan a ampliar el tema de reutilización y reducción de residuos de construcción y de esta manera lograr un proceso más responsable, tal como lo establece la Constitución Política de la República de Guatemala en su artículo 82 y en su artículo 174 le concede a la Universidad de San



Carlos el derecho a iniciativa de ley, lo que debería ser aprovechado para formación de leyes a favor de la conservación del ambiente y en especial el uso de residuos de construcción y demoliciones.

6. Sugerir la creación de una Unidad de Supervisión de Obras de Infraestructura Civil dentro del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) para observar el cumplimiento en las construcciones y verificar que se le dé el tratamiento adecuado a los residuos.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Autoridad Nacional del Ambiente. *Guía de Producción más Limpia para el Sector Construcción*. Panamá: ANA, 2002. 125 p.
2. CÁCERES ARRIAZA, Claudia. *Propuesta de implementación de reglamento para el adecuado manejo de desechos sólidos a nivel municipal*. Guatemala: 2006. 117 p.
3. Centro Guatemalteco de Producción más Limpia. *Gestión ambiental en Guatemala*. Guatemala: CGP+L, 2005. 100 p.
4. CONTRERAS MALDONADO, Aleydy Natalee. *El manejo nocivo de los desechos peligrosos en Guatemala*. Guatemala: 2009. 120 p.
5. HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto. *Metodología de la investigación*. México: 1998. 505 p.
6. HERNÁNDEZ, Leandro; GRETTEL, Ana. *Administración y manejo de los desechos en proyectos de construcción*. Vol. 21. Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica: 2007. 68 p.
7. ITURRA MÉNDEZ, Gloria Mafalda del Carmen. *Análisis de la conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio humano y Legislación en Guatemala sobre saneamiento ambiental*. Guatemala: 1976. 102 p.

8. VILLALOBOS MURILLO, Álvaro José. *Estudio de generación de desechos en la construcción de viviendas de mampostería*. San José, Costa Rica: 1995. 25 p.