



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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL MANEJO DE  
DESECHOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN PARA LA  
REDUCCIÓN DE COSTOS; EN UNA EDIFICACIÓN UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE  
SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**

**Javier Anibal Segura Alfaro**

Asesorado por el MBA. Ing. Luis Rodolfo Rosales Guzmán

Guatemala, septiembre de 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL MANEJO DE  
DESECHOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN PARA LA  
REDUCCIÓN DE COSTOS; EN UNA EDIFICACIÓN UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE  
SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**JAVIER ANIBAL SEGURA ALFARO**

ASESORADO POR EL MBA. ING. LUIS RODOLFO ROSALES GUZMÁN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Francisco Estuardo Ruiz Cruz
EXAMINADOR	Ing. Claudio César Castañón Contreras
EXAMINADOR	Ing. José Gabriel Ordoñez Morales
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

## **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:

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL MANEJO DE  
DESECHOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN PARA LA  
REDUCCIÓN DE COSTOS; EN UNA EDIFICACIÓN UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE  
SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha mayo de 2020.

**Javier Anibal Segura Alfaro**

Ref. EEPFI-295-2020  
Guatemala, 24 de febrero de 2020

Director  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Escuela de Ingeniería Civil  
Presente.

Estimado Ing. Aguilar:

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: GESTIÓN INTEGRAL DEL MANEJO DE DESECHOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS; EN UNA EDIFICACIÓN UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**, presentado por el estudiante **Javier Anibal Segura Alfaro** carné número **199616259**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en Artes en Gestión Industrial.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

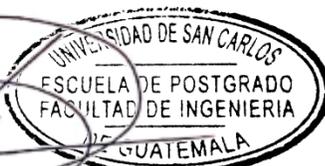
Atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*

  
Mtro. Luis Rodolfo Rosales Guzmán  
Asesor

**LUIS ROSALES**  
INGENIERO CIVIL  
COLEGIADO No. 9184

  
Mtro. Carlos Humberto Arce Sandoval  
Coordinador de Maestría  
Gestión Industrial



  
Mtro. Edgar Darío Álvarez Cortés  
Director  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería

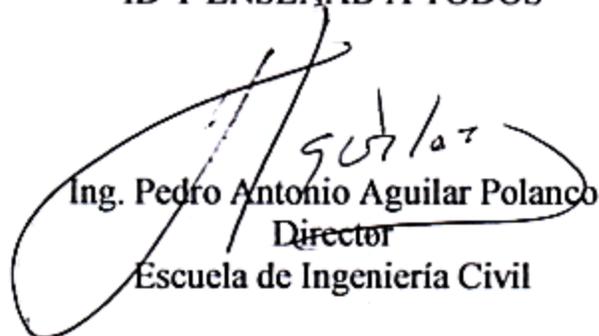




EEP-EIC-008-2020

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **GESTIÓN INTEGRAL DEL MANEJO DE DESECHOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS; EN UNA EDIFICACIÓN UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario Javier Anibal Segura Alfaro, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Director  
Escuela de Ingeniería Civil

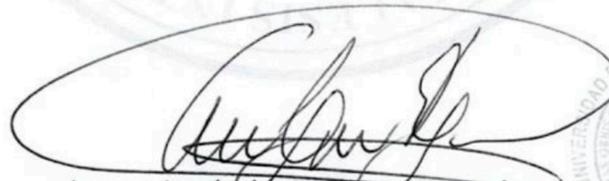
Guatemala, mayo de 2020



DTG. 210.2020.

La Decana 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: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL MANEJO DE DESECHOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS; EN UNA EDIFICACIÓN UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Javier Anibal Segura Alfaro**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Anabela Cordova Estrada  
Decana



Guatemala, septiembre de 2020

AACE/asga

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Mi creador y sustentador, fuente de sabiduría e inteligencia durante toda mi carrera y vida.
- Mis padres** Francisco Segura y Yolanda Alfaro de Segura, por su amor y apoyo en este tiempo, los amo.
- Mi hermana** Nancy Segura, por siempre apoyarme y amarme, te amo.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Por darme la oportunidad de formar parte de esta tricentenaria casa de estudios.

**Facultad de Ingeniería**

Por toda la formación profesional dada durante estos años de estudio.

**Luis Rosales**

Por su amistad y compañerismo en diferentes etapas de la carrera y de la vida.

**Mis amigos del Grupo  
Evangélico Universitario**

Por su amistad y hermandad durante todo este tiempo.

**Mis compañeros  
de la Facultad**

Por su apoyo y compañerismo en esta etapa.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN .....	XIII
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. ANTECEDENTES .....	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	5
3.1. Descripción del problema .....	5
3.2. Formulación del problema .....	6
3.2.1. Pregunta central .....	6
3.2.2. Preguntas de investigación.....	6
3.3. Delimitación del problema.....	7
3.4. Viabilidad de la investigación .....	7
3.5. Consecuencias de realizar la investigación .....	7
3.5.1. De realizarse.....	7
3.5.2. De no realizarse.....	8
4. JUSTIFICACIÓN .....	9
5. OBJETIVOS .....	11
5.1. Objetivo general.....	11
5.2. Objetivos específicos .....	11

6.	NECESIDADES A CUBRIR .....	13
6.1.	Etapas de la investigación .....	13
7.	MARCO TEÓRICO .....	17
7.1.	Manejo de los desechos de materiales de construcción y demolición en la industria de la construcción .....	17
7.1.1.	Definición de desechos de construcción y demolición (DSC) .....	19
7.1.2.	Manejo de los DSC .....	20
7.2.	Gestión integral del manejo de desechos de materiales de construcción y demolición en la gestión ambiental.....	21
7.3.	Gestión integral del manejo de desechos de materiales de construcción y demolición de una edificación.....	22
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	25
9.	METODOLOGÍA .....	27
9.1.	Enfoque .....	27
9.2.	Diseño .....	27
9.3.	Tipo de estudio .....	28
9.4.	Alcance.....	28
9.5.	Variables e indicadores .....	28
9.5.1.	Variables independientes .....	28
9.5.2.	Variables dependientes .....	29
9.6.	Operativización de variables.....	29
9.7.	Fases de la investigación .....	30
9.8.	Población y muestra de los desechos de materiales de construcción y demolición.....	32
9.9.	Técnicas metodológicas .....	34

9.10.	Resultados esperados .....	34
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	35
11.	CRONOGRAMA.....	37
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO .....	39
13.	REFERENCIAS.....	41
14.	APÉNDICE .....	45
15.	ANEXOS .....	49



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Etapas de la investigación.....	15
2.	Cronograma .....	37

### TABLAS

I.	Operativización de variables .....	30
II.	Cantidad de desechos de materiales en la edificación.....	33
III.	Gastos realizados en la investigación .....	40



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>DSC</b>	Desechos de construcción y demolición
<b>Kg</b>	Kilogramo
<b>N/m</b>	Newton metro
<b>d</b>	Nivel de precisión absoluta
<b>Nd</b>	Número de viajes por semana
<b>KN/m<sup>3</sup></b>	Peso específico
<b>%</b>	Porcentaje
<b>2</b>	Potencia al cuadrado
<b>3</b>	Potencia al cubo
<b>Q</b>	Quetzales
<b>n</b>	Tamaño de la muestra
<b>N</b>	Tamaño de la población
<b>Ld</b>	Tiempo de descarga del contenedor
<b>TTsc</b>	Tiempo de toma del contenedor para subirlo al picop
<b>Tr</b>	Tiempo de transporte por viaje, ida y vuelta
<b>Tsct</b>	Tiempo por viaje de cada contenedor
<b>Z</b>	Valor de nivel de confianza
<b>S<sup>2</sup></b>	Varianza de la población



## GLOSARIO

<b>Almacenamiento</b>	Se refiere a la colocación de DSC en recipientes colectores apropiados, fáciles de maniobrar y que no produzcan daño a las personas que los recolectan al moverlos.
<b>Costos</b>	Es el gasto económico para la realización de una obra de construcción
<b>Desechos sólidos de construcción</b>	Es todo desecho procedente de la construcción o demolición de edificios e infraestructura.
<b>Disposición final</b>	Es la descripción de la localización de las instalaciones de disposición, la más común es el relleno sanitario.
<b>DSC</b>	Desechos de construcción y demolición.
<b>Generación</b>	Cualquier persona u organización cuya acción cause la transformación de un material en un desecho.
<b>Gestión integral</b>	Conjunto de operaciones y procesos encaminados a la reducción de la generación, segregación en la fuente y todas las etapas de la gestión de los desechos, hasta su disposición final.

**Manejo de los DSC**

Es el conjunto de operaciones en cuanto a la recolección, almacenamiento, transferencia y transporte, tratamiento y disposición de los DSC.

**Reciclaje**

Es un proceso mediante el cual ciertos materiales de los desechos sólidos se separan, recogen, clasifican y almacenan para reincorporarlos como materia prima al ciclo productivo.

**Recolección**

Es la toma o recogida de los desechos sólidos en el lugar donde se originan, se incluye el transporte por medio de algún vehículo al lugar de descarga, esta se considera una operación de recolección.

**Reducir**

Consiste en disminuir la producción de desechos.

**Reutilizar**

Es el retorno de un bien o producto a la corriente económica para ser utilizado como antes, sin cambio alguno en su forma o naturaleza, por ejemplo: las botellas de vidrio.

**Transferencia transporte**

Comprende dos pasos: la transferencia de y residuos desde un vehículo de recogida pequeño hasta un equipo de transporte más grande, y el transporte subsiguiente de los desechos a un lugar de las estaciones de transferencia.

**Tratamiento**

Es la modificación de las características físicas, químicas o biológicas de los desechos sólidos, con el objeto de reducir su nocividad, controlar su agresividad ambiental y facilitar su gestión.

**Valorización**

Dar valor a los desechos de la construcción es aprovechar las materias, subproductos y sustancias que contienen.



## RESUMEN

Los desechos de materiales de construcción y demolición generados en una edificación ubicada en el departamento de Sacatepéquez, Guatemala. Pierden la posibilidad de reinsertarlos adecuadamente al flujo económico de la empresa o del país y al medio ambiente.

El objetivo de este trabajo es diseñar la gestión integral del manejo de estos desechos para la reducción de costos, determinando sus características que permita clasificar, calcular sus volúmenes y propiedades físicas. Caracterizados, se analiza la valorización económica o medio ambiental que se les debe dar, para proponer su gestión integral en cuanto a su tratamiento y disposición final.

Los resultados que se pretenden alcanzar son: reutilizar los desechos de materiales que así lo permitan, reciclar los que no se puedan reutilizar y darles valoración económica para que la empresa pueda reducir costos. De aquellos desechos que no puedan valorizarse para reutilizarse o reciclarse se hará una disposición final adecuada en un vertedero autorizado.

La gestión integral de estos desechos contribuirá a la reducción de costos, a mejorar las operaciones de construcción y demolición de la empresa y a dejar una huella ecológica positiva al medio ambiente.



# 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación consiste en la sistematización de la gestión integral del manejo de desechos de construcción y demolición para la reducción de costos; en una edificación ubicada en el departamento de Sacatepéquez, Guatemala. En la edificación o construcción de una obra se generan desechos de materiales construcción; estos se estiman en el presupuesto y representan un porcentaje significativo que tiene un costo para las empresas; es importante darles una valorización económica y medio ambiental a estos desechos para reducir costos de operación y darles un tratamiento y disposición final adecuados, que contribuya a dejar una huella de beneficio en el medio ambiente.

Por otro lado, los desechos de construcción y demolición que genera la edificación de la obra pierden la posibilidad de reinsertarlos al flujo económico de la empresa o del país y al medio ambiente; representan un porcentaje significativo que puede valorizarse haciendo que la huella ecológica en el medio ambiente sea adecuada y ayude a reducir costos de operación. Al valorizarse pueden dárseles un tratamiento y una logística adecuada para disposición final.

Esta investigación es factible ya que cuenta con los recursos físicos, humanos y tecnológicos necesarios para darle cumplimiento a los objetivos generales y específicos propuestos. Se obtendrá una propuesta de gestión integral de manejo de los desechos de materiales de construcción y demolición que se generan en obra, que reduzca costos de operación e integrarlos adecuadamente al medio ambiente, para replicar en otros proyectos este modelo de gestión.

En el esquema de solución se usarán métodos empíricos que permitirán la recolección de datos a través de la observación de las operaciones, entrevistas al personal, cuantificación de desechos para determinar las cantidades, volúmenes y propiedades físicas. También, se utilizarán métodos teóricos que permitirán profundizar en el conocimiento del manejo de los desechos de construcción y demolición en la edificación, que posibilita la interpretación conceptual de los datos recabados.

El informe final presenta los siguientes apartados: en el capítulo 1, el marco teórico de las generalidades del manejo de los desechos de construcción y demolición en la industria en general, en la línea de investigación y su unidad de análisis. En el capítulo 2 se presenta el desarrollo de la investigación sobre el manejo de los desechos de materiales de construcción y demolición. El capítulo 3 expone los resultados de la investigación. Finalmente, en el capítulo 4 se realiza la discusión de los resultados de lo investigado y tabulado.

## 2. ANTECEDENTES

Respecto al manejo de los desechos de materiales de construcción y demolición que se generan en una edificación residencial, y su diferenciación entre los desechos domiciliarios, Leandro (2007) menciona que son los que se producen en un ambiente urbano y no se toman en cuenta entre los llamados desechos sólidos domiciliarios, ya que tienen características diferentes; una de ellas es que en su mayoría son materiales inertes y que casi no tienen contenido orgánico. Estos desechos son constituidos por suelos, agregados gruesos y finos, concreto, material cerámico, productos manufacturados, varillas de acero y otros metales, madera, material aglomerante, entre otros.

También, Burgos (2010) da una definición de estos desechos y su aprovechamiento en la industria en general; habla de que un desecho de materiales de construcción y demolición es producto de la actividad de la industria de la construcción de infraestructura de obra civil, de construcción residencial o alguna otra edificación. Este material de desecho ya no es útil para el fin o propósito original para el cual fue usado y quienes lo generan tienen el propósito de deshacerse de este. Esto no quiere decir que este desecho no pueda llegar a tener otro fin, por ejemplo; reducirlo, reutilizarlo, reciclarlo o darle una valorización para la industria en general, pudiendo darle un tratamiento y disposición final adecuado.

Acerca del manejo de los desechos de construcción y demolición en Guatemala comparado con la comunidad europea, Iglesias (2013) concluye en que no hay una legislación puntual sobre la caracterización, el manejo, la gestión integral o la disposición final de estos en Guatemala. Haciendo una comparación

con países pertenecientes a la unión europea; en estos países se han establecido gravámenes a los empresarios que se dedican a la construcción generadores de estos residuos y que los disponen en lugares en donde se vierte basura o escombros. Esto lo hacen como medida de presión para que se ordene y haya una motivación de los empresarios de esta industria a la inversión en investigaciones sobre el aprovechamiento y la valorización de estos materiales de desecho, para contribuir al desarrollo de la industria y así obtener nuevos materiales en base a técnicas de reciclaje.

Respecto al impacto e importancia del manejo de estos en el medio ambiente, Zapatas (2016) indica que los desechos de materiales de construcción y demolición contribuyen a hacer un impacto medioambiental negativo que alteran los recursos naturales, la calidad de vida del ser humano en su entorno. Lo que se pretende al hacer una gestión integral del manejo de desechos de construcción y demolición de estos materiales, es lograr su aprovechamiento y buen manejo en obra, valorizarlos, caracterizarlos para que se puedan reducir, reciclar, reutilizar o haciendo una disposición final en lugares autorizados para este fin.

Con respecto a la finalidad que debería de llevar una normativa acerca del manejo de desechos de materiales de demolición y construcción; Morán, Pozo, Valdés, Aguado y Medina (2011) subrayan que la finalidad específica que buscan estas normas es reducir la generación de estos desechos; reutilizar aquellos que puedan tener este propósito en la misma obra o en otros espacios urbanos; hacer un reciclaje de los que no puedan ser reutilizados con el fin de transformarlo en otro material útil en la industria o darles una valorización medio ambiental y económica a aquellos que no puedan ser reciclados; por último, los desechos de materiales que no puedan ser valorizados disponerlos en lugares autorizados.

### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los desechos de construcción y demolición (DSC) generados pierden la posibilidad de reinsertarlos adecuadamente al flujo económico de la empresa o del país y al medio ambiente.

#### **3.1. Descripción del problema**

La empresa construye viviendas y hace remodelaciones residenciales y comerciales, esto según la gerencia administrativa. Los desechos sólidos de construcción y demolición generados pierden la posibilidad de reinsertarlos al flujo económico de la empresa o del país; estos desechos se estiman en el presupuesto general para construir la edificación; su tratamiento y disposición final dejan una huella ecológica en el medio ambiente, al no haber lugares autorizados para este fin, ya que las municipalidades no permiten el depósito de estos desechos.

Los desechos sólidos o factores de desperdicio se toman en cuenta dentro del presupuesto de un proyecto; sin embargo, no se cuenta con datos de valorización para los mismos. Se desconoce qué porcentaje económico se puede recuperar en el costo final de un proyecto para la reducción de costos. Por otro lado, el manejo de los desechos de construcción y demolición implica costos variados en el traslado para su disposición final, dependiendo de los lugares en donde puedan recibirlos.

En cuanto a la generación de los desechos sólidos y su impacto en el medio ambiente, el almacenamiento de estos desechos dentro del proyecto se

hace sin una logística definida, ni un lugar con características especiales. Se desconoce la huella ecológica que desde el proyecto se empieza a generar hasta su disposición final. Se pierde, entonces, la posibilidad de reinsertarlos adecuadamente al medio ambiente.

### **3.2. Formulación del problema**

Las preguntas para resolver el problema son las siguientes:

#### **3.2.1. Pregunta central**

¿Cuál debe ser la gestión integral de manejo de desechos de materiales de construcción y demolición para la reducción de costos, en una edificación ubicada en el departamento de Sacatepéquez, Guatemala?

#### **3.2.2. Preguntas de investigación**

- ¿Cuáles son las características de los desechos de materiales de construcción y demolición generados en la edificación que permitan clasificar, calcular sus volúmenes y propiedades?
- ¿Cuál es la valorización económica o medio ambiental que se le debe dar a los desechos de materiales de construcción y demolición?
- ¿Cuál debe ser la gestión integral del manejo de los desechos de materiales de construcción y demolición en cuanto a su tratamiento y disposición final?

### **3.3. Delimitación del problema**

La investigación se desarrollará en un proyecto de construcción ubicado en el departamento de Sacatepéquez Guatemala, en el período de junio de 2019 a noviembre de 2020.

### **3.4. Viabilidad de la investigación**

La empresa inmobiliaria autoriza la ejecución del presente trabajo de investigación; pondrá a disposición el lugar en donde se desarrolla la edificación y la colaboración de su recurso humano; también, proporcionará la documentación necesaria para realizar el estudio. El financiamiento y el costo en que se incurra para realizar la investigación los aportará el investigador hasta finalizar todo el proceso.

### **3.5. Consecuencias de realizar la investigación**

Se plantean las consecuencias de realizar y no realizar la investigación:

#### **3.5.1. De realizarse**

- Obtener una caracterización de los desechos de materiales de construcción y demolición generados en la edificación para su adecuado manejo.
- Reutilizar los desechos de materiales que así lo permitan.
- Reciclar de los desechos de materiales que no puedan reutilizar.

- Darle valoración económica a los desechos que puedan reciclarse, reutilizarse y que se integren al flujo económico de la empresa para la reducción de costos.
- Hacer una disposición final adecuada en un vertedero autorizado de los desechos de materiales que no puedan valorizarse para reutilizarse o reciclarse y así contribuir a una adecuada gestión integral del medio ambiente.

### **3.5.2. De no realizarse**

- Falta de datos concretos de la cantidad y las características de los desechos de materiales de construcción y demolición generados en la edificación para su adecuado manejo.
- Carencia de medidas de separación de los desechos de materiales de construcción y demolición en el proceso de la edificación.
- Desconocimiento de la reutilización, reciclaje y valoración de los desechos de materiales de construcción y demolición.
- Ignorancia de la valoración económica de los desechos de materiales de construcción para la empresa y para el país.
- Desconocimiento del impacto al medio ambiente de los desechos de materiales de construcción sino de reutilizan, reciclan, valorizan o se disponen adecuadamente en un vertedero autorizado.

## **4. JUSTIFICACIÓN**

El presente estudio se hará bajo la línea de investigación de la gestión ambiental, en la Maestría de Gestión Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ya que se busca hacer un manejo adecuado de los desechos de materiales de construcción y demolición generados en una edificación, mediante el desarrollo de un plan que los reinserte al medio ambiente y al flujo económico de la empresa o del país.

Con la realización de esta investigación se pretende cubrir la necesidad de tener una gestión integral de manejo de los desechos de materiales de construcción y demolición generados en una edificación, para que tengan la posibilidad de reinsertarlos al flujo económico de la empresa o del país y darle un tratamiento y disposición final adecuados al medio ambiente. Esto contribuirá a la reducción de costos, a mejorar las operaciones de construcción y demolición de la empresa y a dejar una huella ecológica positiva al medio ambiente.

La caracterización de los desechos de materiales de construcción y demolición generados en el desarrollo de la edificación es importante conocerla ya que permitirá identificar los desechos que se puedan reutilizar, reciclar o reducir para darles una valoración económica con el fin de que se integren al flujo económico de la empresa o del país, al realizar una disposición final adecuada en un vertedero autorizado de los desechos que no puedan valorizarse para su reutilización o reciclarse lo que contribuya a una gestión ambiental integral.

La relevancia que tiene este estudio es que dará a la empresa datos concretos de las cantidades de desechos de materiales de construcción y

demolición en las diferentes fases de un proyecto de construcción. También, una radiografía de la recolección, el almacenamiento, el transporte, el tratamiento, la disposición final y una valorización para su aprovechamiento en la industria en general. Así mismo, elaborar un plan de manejo permitirá tener un documento técnico de la gestión integral para este tipo de desechos; el cual puede ser aplicado por la empresa en cualquier otro proyecto de construcción.

Este trabajo beneficiará a la empresa ya que tendrá una sistematización del manejo de los desechos de construcción y demolición, lo que permitirá reducir costos de operación. También, a los trabajadores porque tendrán una logística de trabajo adecuada en el manejo de este tipo de desechos, al tener un mejor lugar para desarrollar su trabajo. Además, a la comunidad en dónde se realizan los trabajos porque no serán depositados estos desechos en lugares inadecuados lo que evitará la contaminación. Finalmente, al medio ambiente dado que al caracterizar y valorar los desechos de los materiales se podrán reciclar, reducir o reutilizar para transformarlos en nuevos materiales, que disminuya la dependencia de materias primas.

El beneficio de esta investigación es minimizar los impactos generados por estos desechos en el medio ambiente y a la salud humana; reducir los costos de operación de la construcción de una edificación asociados a este tipo de desechos; habrá mejores prácticas en el desarrollo de la obra para el adecuado almacenamiento, tratamiento, logística de transporte y disposición final en lugares autorizados. También, se podrá disponerlos adecuadamente según las regulaciones vigentes en el país; y, por último, se tendrá un inventario y monitoreo de estos desechos en las diferentes etapas de la construcción para su reciclaje, reducción o reutilización para ordenar todas las operaciones de construcción de la empresa.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. Objetivo general**

Diseñar la gestión integral para el manejo de desechos de materiales de construcción y demolición para la reducción de costos, en una edificación ubicada en el departamento de Sacatepéquez, Guatemala.

### **5.2. Objetivos específicos**

- Determinar las características de los desechos de materiales de construcción y demolición generados en la edificación que permita clasificar, calcular sus volúmenes y propiedades físicas.
- Analizar la valorización económica o medio ambiental que se les debe dar a los desechos de materiales de construcción y demolición.
- Proponer la gestión integral del manejo de los desechos de materiales de construcción y demolición en cuanto a su tratamiento y disposición final.



## **6. NECESIDADES A CUBRIR**

Con la realización de esta investigación se pretende cubrir y diseñar un método de manejo de los desechos de materiales de construcción y demolición generados en una edificación con la posibilidad de reinsertarlos adecuadamente al flujo económico de la empresa o del país y un tratamiento y disposición final adecuados al medio ambiente. Para el desarrollo de esta investigación se usarán diferentes métodos y técnicas las cuales se enlistan a continuación:

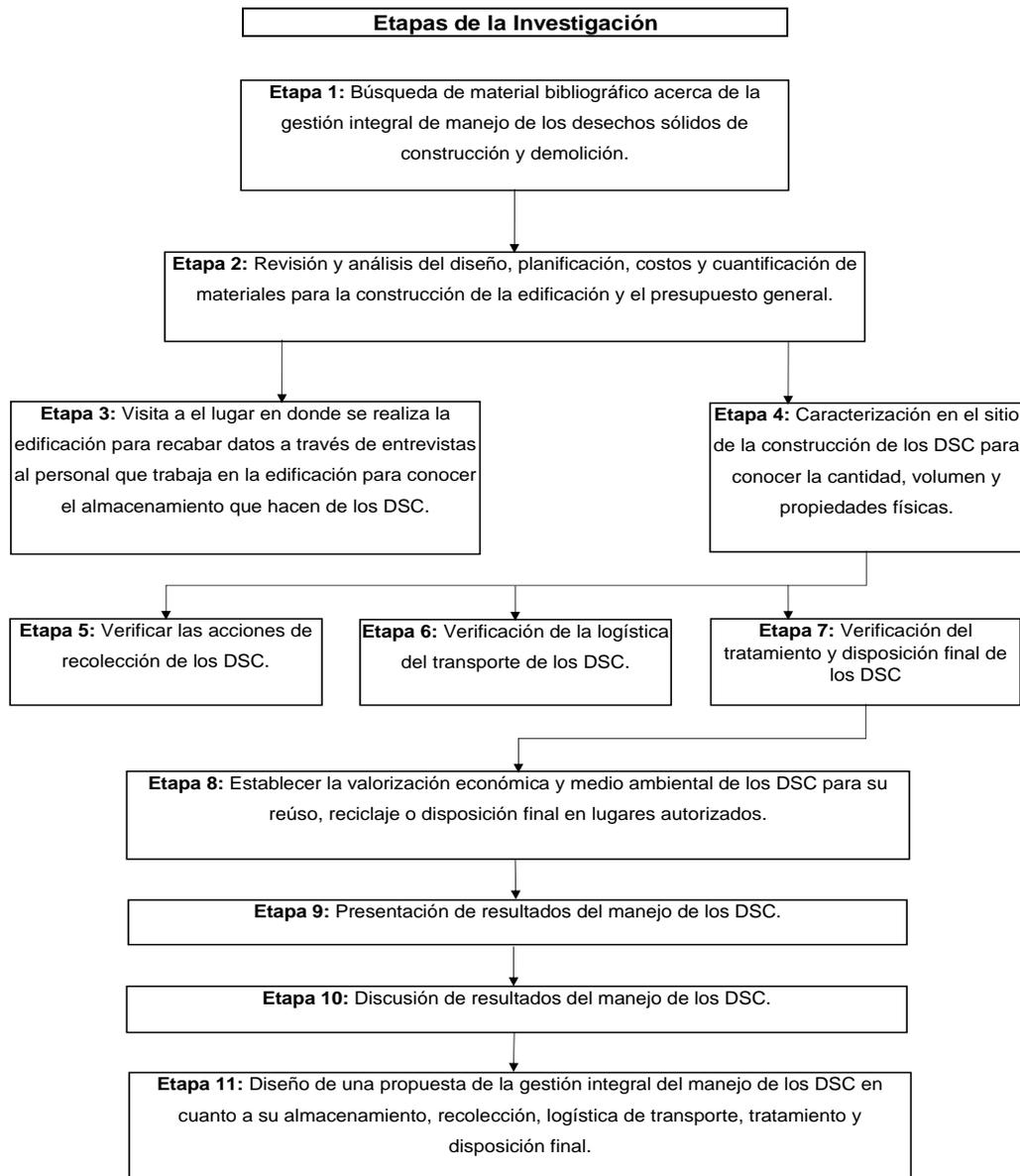
- Métodos teóricos: permiten la interpretación conceptual de los datos empíricos encontrados, para profundizar en el conocimiento del manejo de los desechos de construcción y demolición en la edificación, lo que posibilita la interpretación conceptual de los datos recabados. Se recopilará la información bibliográfica del tema por medio de: textos, tesis, publicaciones, internet, entre otros.

### **6.1. Etapas de la investigación**

- Etapa 1: búsqueda de material bibliográfico acerca de la gestión integral del manejo de los desechos sólidos de construcción y demolición.
- Etapa 2: revisión y análisis del diseño, la planificación, los costos y la cuantificación de materiales para la construcción de la edificación y el presupuesto general.

- Etapa 3: visita al lugar en donde se realiza la edificación para recabar datos a través de entrevistas al personal que trabaja en la edificación para conocer el almacenamiento que hacen de los DSC.
- Etapa 4: caracterización en el sitio de la construcción de los DSC para conocer la cantidad, el volumen y sus propiedades físicas.
- Etapa 5: verificación de las acciones de recolección de los DSC.
- Etapa 6: verificación de la logística del transporte de los DSC.
- Etapa 7: verificación del tratamiento y disposición final de los DSC.
- Etapa 8: establecimiento de la valorización económica y medio ambiental de los DSC para su reúso, reciclaje o disposición final en lugares autorizados.
- Etapa 9: presentación de resultados del manejo de los DSC.
- Etapa 10: discusión de resultados del manejo de los DSC.
- Etapa 11: diseño de una propuesta de la gestión integral del manejo de los DSC en cuanto a su almacenamiento, recolección, logística de transporte, tratamiento y disposición final.

Figura 1. **Etapas de la investigación**



Fuente: elaboración propia.



## **7. MARCO TEÓRICO**

### **7.1. Manejo de los desechos de materiales de construcción y demolición en la industria de la construcción**

La actividad de la construcción tiene importancia en cada país, cada año se invierte una cantidad importante de recursos económicos, físicos, humanos y de materia prima para la realización de obras de infraestructura de obra civil y construcción de edificios; lo que provoca que se genere una cantidad significativa de desechos de estos materiales; es muy común depositarlos en terrenos baldíos próximos al lugar en donde se está realizando la actividad de la construcción.

En muchas ocasiones las zonas en donde se hace el depósito final no han sido autorizadas por autoridad competente; lo que convierte la actividad de construir una edificación en algo no controlado que degrada el medio ambiente, y que puede ser foco de contaminación. Se desconoce cómo puede afectar la salud del ser humano y su entorno. Lo que da una falsa idea en que no afecta de ninguna manera y que se pueden dejar estos desechos en cualquier sitio.

La generación de estos desechos tiene importancia económica y medio ambiental. Se pueden valorizar para darles una gestión integral en su manejo, al reducirlos, reutilizarlos, reciclarlos o disponerlos adecuadamente en un lugar autorizado. Lo que contribuye de forma positiva al medio ambiente, a la salud humana y su entorno, y a la economía de las empresas constructoras ya que mejora sus operaciones.

Analizando la situación del manejo de desechos de materiales de construcción y demolición en el Perú, Medina (2015) dice que son más de 13,000 empresas constructoras que generan este tipo de desechos. En primer lugar, los de demolición y en segundo lugar los de construcción de edificaciones. De los desechos de demolición afirma que han sido poco aprovechables debido a la rapidez con que se tienen que hacer estas; no se toma el tiempo para darles una valorización; por tanto, hay un desconocimiento de sus características y del tratamiento y aprovechamiento que se puede hacer de estos.

Por otro lado, de los desechos que se generan por la actividad de la construcción de edificaciones en general, hace mención que son más aprovechables, debido a que, en el desarrollo de la obra, se puede valorizar para reusarlos, reciclarlos o disponerlos adecuadamente y que mejora las operaciones de la empresa constructora. Entre estos materiales están los arcillosos, diferentes tipos de maderas, concreto, metales, mampostería, vidrio, entre otros.

En el caso de Guatemala, Cifuentes (2016) indica que en el país no existe un plan de gestión integral de su manejo en la industria de la construcción y demolición que ayude a disminuir su impacto en el medio ambiente. También, indica que a través de diferentes leyes contenidas en la Constitución Política de la República, decretos gubernativos, decretos legislativos y códigos municipales se refleja el interés del Estado en velar por la prevención de la contaminación del medio ambiente lo que ayuda a preservar el equilibrio ecológico y evita la depredación de los recursos.

Algunas instituciones como el Ministerio de Finanzas Públicas y el Ministerio de Salud de Guatemala tienen una política de gestión ambiental en las cuales establecen acciones para la gestión integral del manejo de los DSC. La Política de Gestión Ambiental del Ministerio de Finanzas Públicas de Guatemala (2015)

respecto al manejo de estos desechos busca implementar a la hora de hacer futuras obras las consideraciones siguientes: elaborar e implementar un programa de gestión integral del manejo de los desechos de materiales de construcción en cualquier mejora que se haga al edificio que alberga la institución, identificar a transportistas y empresas procesadoras de estos desechos para su reciclaje con licencia para este fin; identificación de mercados de los materiales ya reciclados, tener estrategias y procedimientos de demolición, recolección y reciclaje, por último, documentar los costos de materiales que han sido reciclados, recolectados y reutilizados.

#### **7.1.1. Definición de desechos de construcción y demolición (DSC)**

Estos desechos son todos aquellos que se producen por la actividad de la construcción o demolición de infraestructura de obra civil, de edificios o extracción de materia prima. Pueden clasificarse por su origen y por su naturaleza.

Los DSC por su origen son:

- De extracción: son los que proceden de la extracción de materias primas.
- De construcción: son los que proceden de la ejecución de una obra de infraestructura de obra civil.
- De demolición: proceden de la demolición de edificaciones.

Los DSC por su naturaleza son:

- Inertes: no sufren cambios físicos, químicos o biológicos puede ser el concreto, vidrio y suelos.
- No peligrosos: son aquellos DSC que no son tóxicos y no representan peligro.
- Peligrosos: afectan la salud humana y al medio ambiente.

Los DSC se generan por la actividad de construcción y demolición de infraestructura de obra civil y de edificaciones, pueden clasificarse en: residencial, de infraestructura e industrial.

### **7.1.2. Manejo de los DSC**

El manejo de los DSC en una edificación consiste en las siguientes etapas:

- Generación: provienen de la construcción o remodelación de una edificación.
- Almacenamiento: es la separación y acumulación en forma ordenada en un lugar designado en la obra.
- Clasificación: consiste en hacer una caracterización de los DSC generados para valorarlos y ver las alternativas de tratamiento.
- Transporte: etapa en que se hace el traslado de los DSC valorados a diferentes lugares para su tratamiento.

- Tratamiento: es el aprovechamiento de los DSC una vez valorizados para reusarlos, reciclarlos o reducirlos.
- Disposición final: son todas las operaciones que buscan hacer un depósito eficiente en los lugares finales de depósito.

Parte del tratamiento es la valorización de los DSC para evitar que sean trasladados a vertederos o terrenos baldíos. También, se busca dejar una huella positiva al medio ambiente y mejorar los costos del proyecto de construcción.

Los costos de un proyecto de construcción representan todas aquellas estimaciones sobre los recursos de mano de obra y materiales para la obra.

## **7.2. Gestión integral del manejo de desechos de materiales de construcción y demolición en la gestión ambiental**

El impacto medio ambiental que producen los DSC transforma el medio, y al no tener un manejo adecuado, lo hace en forma negativa. Al respecto Santos, Monercillo y García (2011) indican que la actividad de la construcción y demolición crean impactos negativos al medio ambiente los cuales pueden producirse en dos actividades: durante la extracción de materias primas para la elaboración de materiales de construcción y en el momento de la construcción de diferentes tipos de infraestructura.

Señalan que tienen un impacto negativo mayor al medio ambiente los DSC generados durante la construcción de una obra, que los generados por la extracción de materia prima, ya que estos últimos sino se extraen no generan DSC.

Respecto a la gestión integral del manejo de estos materiales, el protocolo de gestión de residuos de construcción y demolición en la UE (2016) indica que la gestión de desechos de materiales debe perseguir lo siguiente: mejorar la caracterización de los DSC según el origen y su recolección; mejorar la logística de transporte de estos; mejorar el tratamiento en cuanto a su reutilización, reciclaje, reúso o disposición final en lugares autorizados; también, una gestión de la calidad en el lugar de las obras y la regulación a través de normativas públicas. En busca de planes de gestión integral exitosos.

Se busca también a través de la gestión integral de DSC que haya una demanda de materiales reciclados para uso general en la construcción, que promueva la innovación en cuanto su aprovechamiento. También, que aumente su valorización para que tengan un impacto positivo en los costos de operaciones de las empresas y en el medio ambiente; que genere estadísticas certeras de los volúmenes de los DSC que la actividad de la construcción genera, lo que reduce su impacto ambiental.

### **7.3. Gestión integral del manejo de desechos de materiales de construcción y demolición de una edificación**

Para realizar una buena gestión integral del manejo de los DSC, Villoria (2014) habla de la importancia de hacer una tipología de los materiales de desecho que se generan en una edificación, para que se puedan determinar las cantidades y sus características con el fin de valorizarlos y darles un manejo adecuado en obra y en su disposición final. Las dos tipologías son: de una edificación residencial o industrial y de remodelaciones y demoliciones. En el caso de las edificaciones es recomendable tener una buena gestión y un manejo en obra en cuanto a su almacenaje para una mejor caracterización; en las demoliciones es más difícil hacer esta labor.

Al realizar una elección adecuada del tratamiento y disposición final de los de DSC se puede determinar la composición y cantidad que se generan en la edificación, según Mercante (2007) eso varía según las dimensiones de la estructura, la zona geográfica en donde se encuentra, si es construcción nueva o de remodelación y el método que se haya utilizado de construcción.

Por otro lado, Mercader-Moyano, Olivares y Ramírez (2012) enfatizan que para un tratamiento adecuado de los DSC en cuanto a su reciclaje y reutilización es necesario medir el impacto medio ambiental que producen para valorarlos y así, impulsar oportunas prácticas de almacenamiento y disposición final en la ejecución de las obras.

La importancia de reciclar o reutilizar los DSC en una edificación es que se pueden transformar para ser utilizados en las obras de construcción; según Carrasco (2018), los de desechos de concreto pueden ser triturados y utilizarlos como agregado grueso en nuevas mezclas para utilizarlas en la fundición de losas, cimientos, columnas, entre otros. Esto contribuye a la reducción de la utilización de materias primas y protege los recursos naturales.

Se pueden mencionar algunas razones que tienen relevancia a la hora de reciclar y reutilizar los desechos de materiales generados en una edificación para su gestión integral. Según Tapias (2017), se pueden reutilizar en la misma obra de construcción sin necesidad de trasladarlos a otro lugar para su disposición final lo que ahorra costos de transporte. En cuanto a su reciclaje, se pueden reducir los costos de materiales utilizados como materia prima, ya que el material reciclado puede reincorporarse al flujo económico de la empresa o del país. Con esto se evita contaminar el medio ambiente y se hace una gestión eficiente de los recursos que convierte los DSC en productos renovables.



## **8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS**

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SIMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMALIZACIÓN DE PREGUNTAS

ORIENTADORAS

OBJETIVOS

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

### **1. MARCO TEÓRICO**

1.1. Manejo de los desechos de materiales de construcción y demolición en la industria de la construcción

1.1.1. Definición de desechos de construcción y demolición (DSC)

1.1.2. Manejo de los DSC

1.2. Gestión integral del manejo de desechos de materiales de construcción y demolición en la Gestión Ambiental

1.3. Gestión integral del manejo de desechos de materiales de construcción y demolición de una edificación

### **2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

#### 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

ANEXOS

## **9. METODOLOGÍA**

### **9.1. Enfoque**

El enfoque es mixto por las siguientes razones:

- **Cuantitativo:** porque se hace una caracterización para conocer las cantidades y volúmenes de los DSC.
- **Cualitativo:** porque se documenta cuando se investiga antecedentes del problema y el marco teórico relacionado.

### **9.2. Diseño**

Es no experimental ya que se basa en la observación de fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para analizarlos con posterioridad. Para llevar a cabo la recopilación de información se realizarán las siguientes técnicas:

- **Observación:** se procederá a hacer visitas a la obra en construcción para conocer el proceso de construcción de la edificación.
- **Entrevistas:** se realizarán entrevistas al personal en obra a cerca del manejo de los desechos de materiales de construcción que hacen.
- **Registros:** se elaborará un programa de caracterización de los desechos sólidos de construcción y demolición, clasificación, cálculo de volúmenes, cantidades y propiedades físicas.

### **9.3. Tipo de estudio**

- Transversal porque el estudio de investigación está delimitado en tiempo, existe una fecha de inicio y fin del proyecto.
- Descriptivo porque se cuenta con cantidades de desechos de construcción y demolición indispensables para analizar de forma adecuada la recolección, el almacenamiento, el transporte, el tratamiento y la disposición final.

### **9.4. Alcance**

Se pretende obtener información descriptiva para determinar las cantidades y los volúmenes de los desechos de materiales de construcción y demolición de una edificación. También, identificar los procesos y las operaciones de su manejo. Al tener esta información se podrá diseñar una propuesta de gestión integral de estos desechos para reinsertarlos al flujo económico de la empresa, para reducir costos, o al medio ambiente.

### **9.5. Variables e indicadores**

Las variables e indicadores son:

#### **9.5.1. Variables independientes**

Como variable independiente están los desechos de construcción y demolición generados en el lugar en donde se desarrolla la edificación, con los cuales se hará una caracterización para conocer sus cantidades, volúmenes y propiedades físicas.

### **9.5.2. Variables dependientes**

Como variable dependiente está todo el manejo de los desechos de construcción y demolición, una vez se haya hecho su caracterización, para darles una valorización y un tratamiento y disposición adecuados.

### **9.6. Operativización de variables**

Se presenta la tabla de operativización de variables:

Tabla I. **Operativización de variables**

Nombre de la variable	Tipo de variables	Indicadores	Técnica o instrumento
Diagnóstico de las características de los desechos de construcción y demolición	Independiente	%DSC= porcentaje de desechos sólidos de construcción. CtM= cantidad total de materiales de construcción. CTDSC= cantidad total de desechos de construcción y demolición $\% DSC = (CTDSC/CTMC)*100$ Pn=Número de pregunta R1= respuesta uno R2= respuesta dos $Pn=R1/R2*100$	Cuantificación
Análisis económico y medio ambiental de los desechos de construcción y demolición	Dependiente	%VDSC= $(VMDSC*100)/VMC$ %VDSC= Porcentaje del Valor de los DSC VMC= valor del material de construcción VMDSC= valor del material de desechos de construcción	Cuantificación
Propuesta de la gestión integral de los desechos de construcción y demolición	Dependiente	Nc= número de contenedores para los DSC. Vv=volumen de capacidad del vehículo. Vc= volumen del contenedor. TSC=tiempo por viaje. TTsc=tiempo de toma de contenedor para subirlo al transporte. Tr=tiempo de transporte por viaje de ida. Ld=tiempo de transporte por viaje de vuelta. Nd= número de viajes por semana. Vd= cantidad media de desechos recogidos. C=tamaño del contenedor. F=factor de medio asignado de utilización del contenedor. $Nc= Vv/Vc.$ $TSC=(TTsc+Ld+Tr)$ $Tr= D/V$ $Ld=D/V.$ $Nd: Vd/CF.$ $F=(Vd/Nc)/C$	Cálculo a través de ecuaciones

Fuente: elaboración propia.

## 9.7. Fases de la investigación

El proceso para cumplir con los objetivos del diseño de investigación debe llevarse a cabo de la siguiente forma:

- Fase 1: revisión documental del manejo de los desechos de construcción y demolición.

Búsqueda de material bibliográfico acerca de la gestión integral del manejo de los desechos sólidos de construcción y demolición, en bibliotecas, sitios web académicos, revistas académicas, tesis, libros. Revisión del diseño de la edificación con base en planos y hojas del proyecto con el cálculo y la cuantificación de los materiales utilizados y el análisis de su presupuesto. Se hará una encuesta al personal administrativo y en obra a cerca del conocimiento del manejo de los desechos de construcción y demolición en la edificación en el primer mes de inicio de los trabajos.

- Fase 2: determinación de características de los desechos de construcción y demolición

Se realizarán visitas de campo una vez por semana en las fases de limpieza y estabilización del suelo, cimentación, levantamiento de muros, fundición de losas, acabados de obra gris en muros y losas, acabados en madera, colocación de puertas y ventanas, instalación de plomería y drenajes, pintura y acabados especiales en la edificación; para hacer una caracterización de los desechos de los materiales de construcción y demolición y así conocer las cantidades, volúmenes y propiedades de los desechos.

- Fase 3: análisis de valoración de los desechos de construcción y demolición

Se identificará la valoración para la empresa y para el medio ambiente de los desechos de materiales de construcción y demolición en las diferentes fases del proyecto con base en la caracterización de los desechos de construcción y

demolición generados, mediante el análisis de los resultados, diagramas para la toma de decisión de su valor económico y ambiental.

- Fase 4: propuesta de gestión integral de los desechos de construcción y demolición

Con la caracterización de los desechos y su valorización, se hará una propuesta de un diseño de gestión integral de manejo de desechos de materiales de construcción y demolición generados en una edificación con la posibilidad de reinsertarlos adecuadamente al flujo económico de la empresa o del país y al medio ambiente, al darles un tratamiento y una disposición final adecuados.

### **9.8. Población y muestra de los desechos de materiales de construcción y demolición**

El estudio se hará en una edificación de 120m<sup>2</sup> de construcción y para verificar el tamaño de la muestra de materiales construcción se tomará la siguiente ecuación para muestras finitas para hacer el estudio:

$$n = \frac{N Z^2 S^2}{d^2 (N-1) + Z^2 S^2}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra.

N = tamaño de la población (peso total de todos los materiales de construcción).

Z = valor de Z crítico, calculado en las tablas del área de la curva normal.

Llamado también nivel de confianza.

S<sup>2</sup> = varianza de la población en estudio (que es el cuadrado de la desviación estándar y puede obtenerse de estudios similares o pruebas piloto).

d = nivel de precisión absoluta. Referido a la amplitud del intervalo de confianza deseado en la determinación del valor promedio de la variable en estudio.

Tabla II. **Cantidad de desechos de materiales en la edificación**

<b>Cantidad de desechos de materiales en la edificación</b>			
<b>No.</b>	<b>Material</b>	<b>kN/m<sup>3</sup></b>	
1	Acero	14352	
2	Concreto	259.2	
3	Cemento	54720	
4	Arena	1285.2	
5	Piedrín	1782	
6	Cal	684	
7	ladrillo de arcilla	48600	
8	Block de concreto	19500	
9	Tubos eléctricos	72	
10	Cable eléctrico	72	
11	Tubos de agua y drenaje	85.2	
12	Pintura	3.6	
13	Cerámicos	2160	
14	Vidrios	900	
15	Madera	600	
		<b>145075.2</b>	<b>Total</b>
		<b>9671.68</b>	<b>Media</b>

Fuente: elaboración propia.

N= 145,075.2 kN/m<sup>3</sup>

Z= 2.58

d= 0.001

s<sup>2</sup>= 1,277,551.03

n= tamaño de la muestra

Colocando estos valores en la ecuación y calculándolos da el siguiente dato:

$$n = (2)(2.58)^2(1,277,551.03)/(0.001)^2(2-1)+(2.58)^2(1,277,551.03) = 145,075.2$$

KN/m<sup>3</sup> de materiales.

Operando la ecuación da como resultado que la muestra es de 145,075.2 kN/m<sup>3</sup> de materiales de construcción; es decir, se debe tomar la cantidad total de materiales como muestra.

### **9.9. Técnicas metodológicas**

- Se observará el manejo de los desechos sólidos de construcción y demolición en el sitio de la obra en construcción.
- Se harán entrevistas mediante cuestionarios acerca de la importancia del manejo de los desechos de construcción y demolición.
- Se utilizarán técnicas matemáticas para lograr obtener las cantidades y porcentajes de desechos sólidos de construcción y demolición.
- Se hará un recuento histórico del manejo de los DSC en la empresa en anteriores proyectos.

### **9.10. Resultados esperados**

Una propuesta de gestión integral de manejo de desechos de construcción y demolición para la edificación planificada y que este modelo de gestión se replique en todos los proyectos de la empresa inmobiliaria.

## 10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Se utilizarán técnicas de la estadística descriptiva para la tabulación y organización de los datos, para prepararlos para su análisis y discusión. Los datos ayudarán a cuantificar los desechos de materiales de construcción y demolición que se generan en la edificación en estudio.

Para determinar los indicadores estadísticos se utilizará la media, mediada, la moda, desviación estándar, entre otras, para la toma de decisiones en cuanto al manejo adecuado de los desechos de materiales para su reutilización, reciclaje, valorización y disposición final.

Con la moda se obtendrá el dato de los desechos de los materiales que con mayor frecuencia se desechan. Con la mediana se ordenarán los datos de las cantidades de los materiales en el conjunto de datos y ver su posición central.

La media y la desviación estándar darán el valor promedio y la dispersión del conjunto de los desechos de materiales de construcción y demolición. Ayudará en la toma de decisiones acerca del manejo y valorización adecuado de estos.

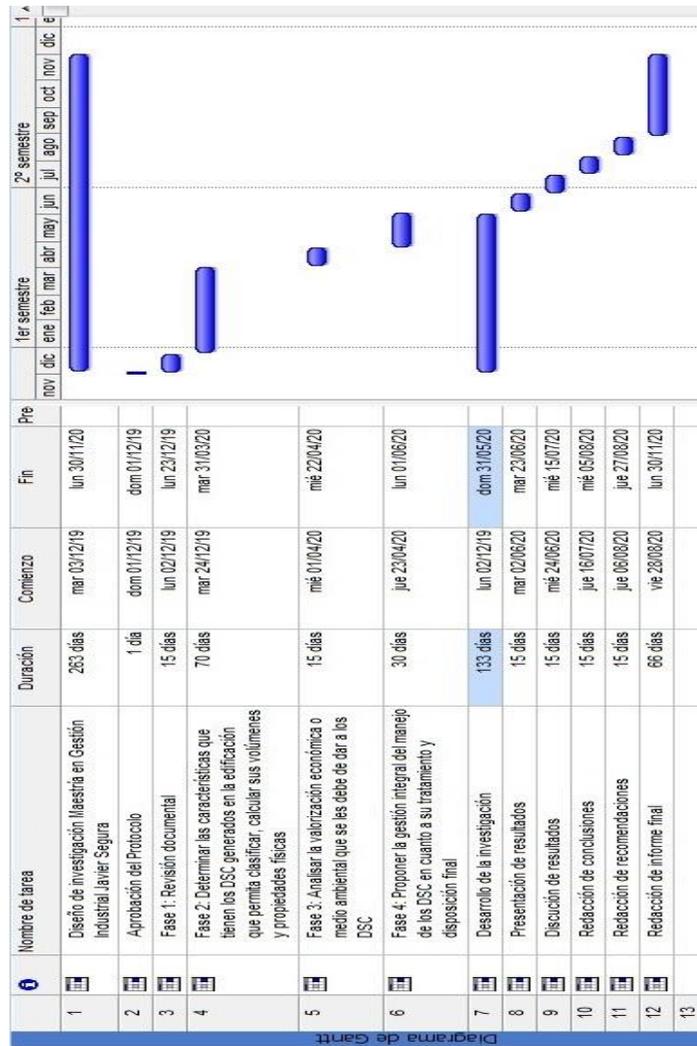
- Flujogramas: ayudarán a representar de forma pictórica o simbólica los procedimientos administrativos para hacer una gestión integral del manejo de los desechos de construcción y demolición que se generan en la edificación; además, indicarán las secuencias de procesos, unidades involucradas y responsables de su ejecución.

- Gráficas de barras: se utilizarán para mostrar porcentajes y proporciones de las cantidades y los volúmenes de los desechos de los materiales generados.
- Diagrama de Ishikawa: como herramienta de calidad, ayudará a comprender las causas y los efectos del manejo de los desechos de materiales de construcción, para encontrar las raíces del problema planteado y ayudar a hacer su gestión integral.

# 11. CRONOGRAMA

La figura 2 muestra el cronograma de la investigación:

Figura 2. Cronograma



Fuente: elaboración propia.



## 12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

El trabajo de investigación es factible porque se cuenta con los recursos necesarios para ejecutar cada fase de la presente investigación y cumplir con los objetivos propuestos. La empresa inmobiliaria autoriza la ejecución del presente trabajo de investigación; además, proporciona los siguientes recursos:

- Humanos: personal a disposición para realizar las tareas requeridas en la investigación.
- Tecnológicos: equipo de medición para la observación del comportamiento de variables, acceso a internet.
- Información: acceso a la información requerida en la investigación con el compromiso de respetar los derechos de propiedad.
- Equipo e infraestructura: utilización de los equipos de informática y mobiliario dentro de la empresa, así como la infraestructura que permita la realización de la investigación.

El recurso financiero necesario para realizar la investigación será aportado por el investigador.

Tabla III. **Gastos realizados en la investigación**

<b>Gastos realizados en la investigación</b>				
<b>No.</b>	<b>Recursos</b>	<b>Descripción del gasto</b>	<b>Monto en quetzales</b>	<b>Porcentaje</b>
1	Humano	Tiempo propio de inversión	Q 5 000 , 00	50%
2	Humano	Asesor de campo de trabajo de investigación	Q 2 500 , 00	12%
3	Material	Papelería y útiles	Q 1 500 , 00	10%
4	Transporte	Consumo de combustible y depreciación del vehículo	Q, 1 500 , 00	8%
5	Alimentación	Alimentación	Q 1 000 , 00	6%
6	Tecnológico	Internet	Q 400 , 00	10%
7	Varios	Imprevistos (5%)	Q 595 , 00	4%
			Q 12 495 , 00	100%

Fuente: elaboración propia.

### 13. REFERENCIAS

1. Burgos, D. (2010). *Guía para la gestión y tratamiento de residuo desperdicios de proyectos de construcción y demolición*. (Tesis de Ingeniero Constructor). Universidad Austral de Chile. Chile. Recuperado de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcib957g/doc/bmfcib957g.pdf>
2. Carrasco, R. (2018). *Aplicación de uso de los residuos de construcción para la fabricación de bloques de hormigón en la ciudad de Riobamba, análisis de costo e impacto ambiental*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/14857/TESES%20MAS%202018%20%28RA%C3%9AL%20CARRASCO%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
3. Cifuentes, R. (2016). *Centro de transferencia y aprovechamiento de fragmentos de ladrillo, block y concreto para el municipio de Guatemala*. (Tesis de Maestría en Diseño y Construcción Ecológicos). Universidad Rafael Landívar. Guatemala. Recuperado de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2016/03/12/Cifuentes-Ruben.pdf>

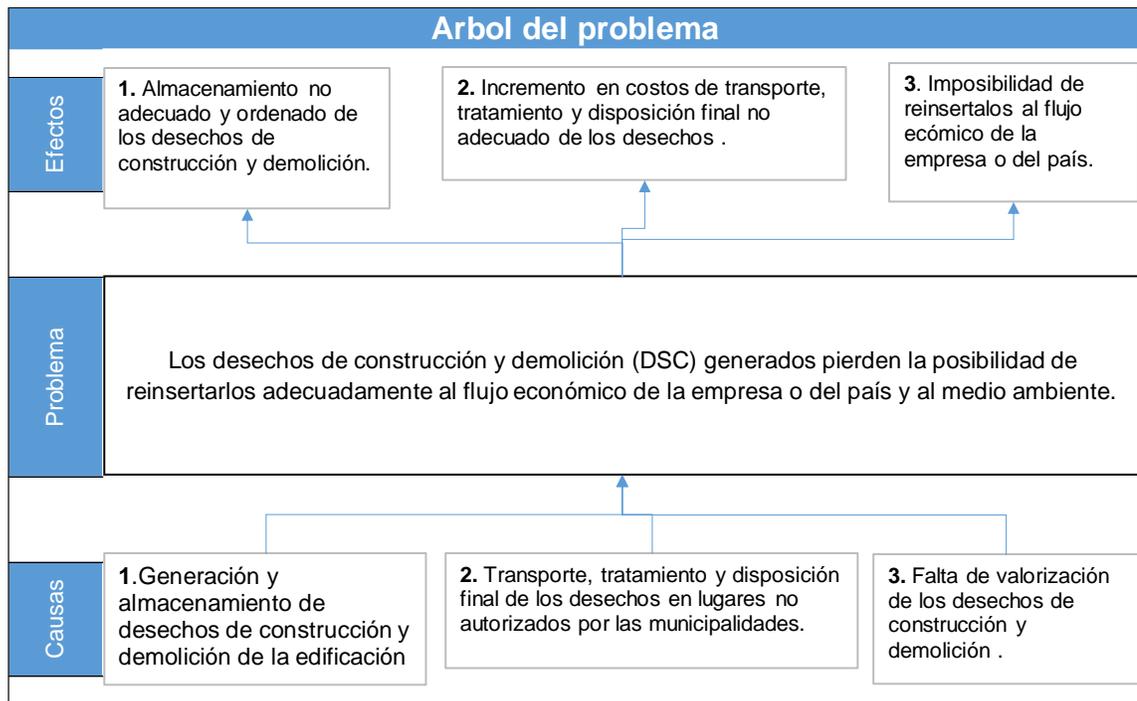
4. Comisión Europea (2016). *Protocolo de gestión de residuos de construcción y demolición en la UE*. Bélgica. Recuperado de <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/20509/attachments/1/translations/es/renditions/native>
5. Iglesias, G. (2013). *Guía para la identificación y el manejo adecuado de desechos peligrosos generados en proyecto de construcción*. (Tesis Ingeniería Civil). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
6. Leandro, A. (2007). *Administración y manejo de los desechos en proyectos de construcción*. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Recuperado de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/492/Informe%20final%20Manejo%20de%20Desechos%20enla%20construcci%EF%BF%BD%EF%BF%BDn%20Etapa%20II.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
7. Medina, M., (2015). *Implementación de metodologías para la gestión de residuos de construcción y demolición en edificaciones de vivienda de material noble en Lima*. Universidad Ricardo Palma. Perú. Recuperado de <https://docplayer.es/54462950-Implementacion-de-metodologias-para-la-gestion-de-residuos-de-construccion-y-demolicion-en-edificaciones-de-vivienda-de-material-noble-en-lima.html>

8. Mercante, I. (2007). *Caracterización de residuos de la construcción. Aplicación de los índices de generación a la gestión ambiental.* Revista Científica de UCES. Volumen XI No.2, Artículo 87. Argentina. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/a999/fb3c9ca68446551521cd9c6afed6fcbb73c9.pdf>
9. Mercader-Moyano, P., Olivares, M. y Ramírez, A. (2012). *Los residuos de construcción en edificación y sus alternativas de reutilización.* Congreso Nacional de Construcción Sostenible y Soluciones Ecoeficientes. Depósito de Investigación Universidad de Sevilla. Artículo No.2. España. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/eba5/ee98b813d69ef05379927f75a523b929783e.pdf>
10. Ministerio de Finanzas Públicas de Guatemala (2015). *Política de gestión ambiental.* Guatemala: Ministerio de Finanzas Públicas.
11. Morán J., Valdés J., Aguado P., Guerra M. y Medina C., (2011). *Estado actual de la gestión de residuos de construcción y demolición: limitaciones.* Informe de la Construcción, Volumen (63), pp. 89-95. Universidad de León. España. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/50590509\\_Estado\\_actual\\_de\\_la\\_gestion\\_de\\_residuos\\_de\\_construccion\\_y\\_demolicion\\_limitaciones](https://www.researchgate.net/publication/50590509_Estado_actual_de_la_gestion_de_residuos_de_construccion_y_demolicion_limitaciones)

12. Santos D., Monercillo B. y García A. (2011). *Gestión de residuos en las obras de construcción y demolición*. España: Tornapunta Ediciones. Recuperado de <http://libreria.fundacionlaboral.org/ExtPublicaciones/GestionResiduos2.pdf>
13. Tapias, J. (2017). *Guía de intervención sostenible de los residuos de la construcción*. Guía Académica 2017. Universidad Santo Tomás. Colombia. Recuperado de <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/10696>
14. Villoria, P. (2014). *Sistema de gestión de residuos de construcción y demolición en obras de edificación residencial. Buenas prácticas en la ejecución de obra*. (Tesis Doctoral). Universidad Politécnica de Madrid. España. Recuperado de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ric/v31n1/art02.pdf>
15. Zapata, M. (2016). *Importancia de la implementación de los planes de gestión integral de residuos generados en proyectos de construcción y demolición de edificaciones*. (Ensayo de Grado). Universidad Militar Nueva Granada. Colombia. Recuperado de: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/14191/ZapataGonzalezMayraAlejandra2016.pdf?sequence=1>

## 14. APÉNDICE

### Apéndice 1. Árbol del problema



Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 2. Matriz de coherencia

					
Objetivos Específicos	Nombre de la variable	Tipo de variables	Indicadores	Técnica o instrumento	Plan de trabajo
Determinar las características que tienen los desechos de materiales de construcción y demolición generados en la edificación que permita clasificar, calcular sus volúmenes y propiedades físicas.	Diagnóstico de las características de los desechos de construcción y demolición	Independiente	%DSC= porcentaje de desechos sólidos de construcción. CTM= cantidad total de materiales de construcción. CTDSC= cantidad total de desechos de construcción y demolición $\% \text{ DSC} = (\text{CTDSC}/\text{CTMC}) * 100$ Pn=Número de pregunta R1= respuesta uno R2= respuesta dos $Pn=R1/R2 * 100$	Cuantificación	Recolección de DSC, determinación de sus volúmenes y propiedades físicas
Analizar la valorización económica o medio ambiental que se les debe dar a los desechos de materiales de construcción y demolición.	Análisis económico y medio ambiental de los desechos de construcción y demolición	Dependiente	$\% \text{VDSC} = (\text{VMDSC} * 100) / \text{VMC}$ %VDSC= Porcentaje del Valor de los DSC VMC= valor del material de construcción VMDSC= valor del material de desechos de construcción	Cuantificación	Tabulación de los costos o valor de los DSC para sus alternativas de manejo a través de preguntas para la toma de decisión de alternativas de manejo
Proponer la gestión integral de manejo de los desechos de materiales de construcción y demolición en cuanto a su tratamiento y disposición final.	Propuesta de la gestión integral de los desechos de construcción y demolición	Dependiente	Nc= número de contenedores para los DSC. Vv=volumen de capacidad del vehículo. Vc= volumen del contenedor. TSc=tiempo por viaje. TTsc=tiempo de toma de contenedor para subirlo al transporte. Tr=tiempo de transporte por viaje de ida. Ld=tiempo de transporte por viaje de vuelta. Nd= número de viajes por semana. Vd= cantidad media de desechos recogidos. C=tamaño del contenedor. F=factor de medio asignado de utilización del contenedor. $Nc = Vv/Vc$ $TSc = (TTsc + Ld + Tr)$ $Tr = D/V$ $Ld = D/V$ $Nd = Vd/CF$ $F = (Vd/Nc)/C$	Cálculo a través de ecuaciones	Utilización de ecuaciones para el cálculo de los datos estadística descriptiva para determinar indicadores estadísticos.

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Hoja para la caracterización de los desechos de materiales de construcción y demolición (DSC)**

Tipo de desecho	% DSC	Volumen en m <sup>3</sup>	Cantidad en KN/m <sup>3</sup>
Muros de mampostería			
Concreto			
Madera			
Metales			
Plásticos			
Arena			
Grava			
Ladrillos y otros cerámicos			
Cemento			
Resinas			
Suelos			
Total			

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 4. Encuesta acerca del conocimiento del manejo de desechos de materiales de construcción en el lugar de la edificación



### Encuesta acerca del conocimiento del manejo de desechos de materiales de construcción en el lugar de la edificación.

Instrucciones: marque con una X la respuesta que crea correcta.

1. Sabe usted ¿qué son los desechos de materiales de construcción y demolición?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

2. ¿La empresa tiene un plan de manejo de desechos de materiales de construcción y demolición?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

3. ¿Cuáles son los materiales de desecho que más se generan en la edificación?

Metales _____	Madera _____	Suelos _____
Mampostería _____	Concreto _____	Plásticos _____
Cerámicos _____	Otros _____	

4. ¿se hace una clasificación de los desechos de materiales que se generan en la obra?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

5. ¿Es importante reusar, reciclar, reducir los desechos de materiales de construcción?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

6. ¿Tienen algún lugar específico en obra para almacenar los desechos de materiales?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

7. ¿Qué tipo de tratamiento se les da a los desechos de materiales que se generan en la obra?

Se reciclan \_\_\_\_\_ Se reducir \_\_\_\_\_

Se reúsan \_\_\_\_\_ Ninguno \_\_\_\_\_

8. ¿La disposición final de los desechos de construcción y demolición se hace en un lugar autorizado por las autoridades municipales?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

9. ¿Cree usted que tienen algún valor económico los desechos de construcción y demolición?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

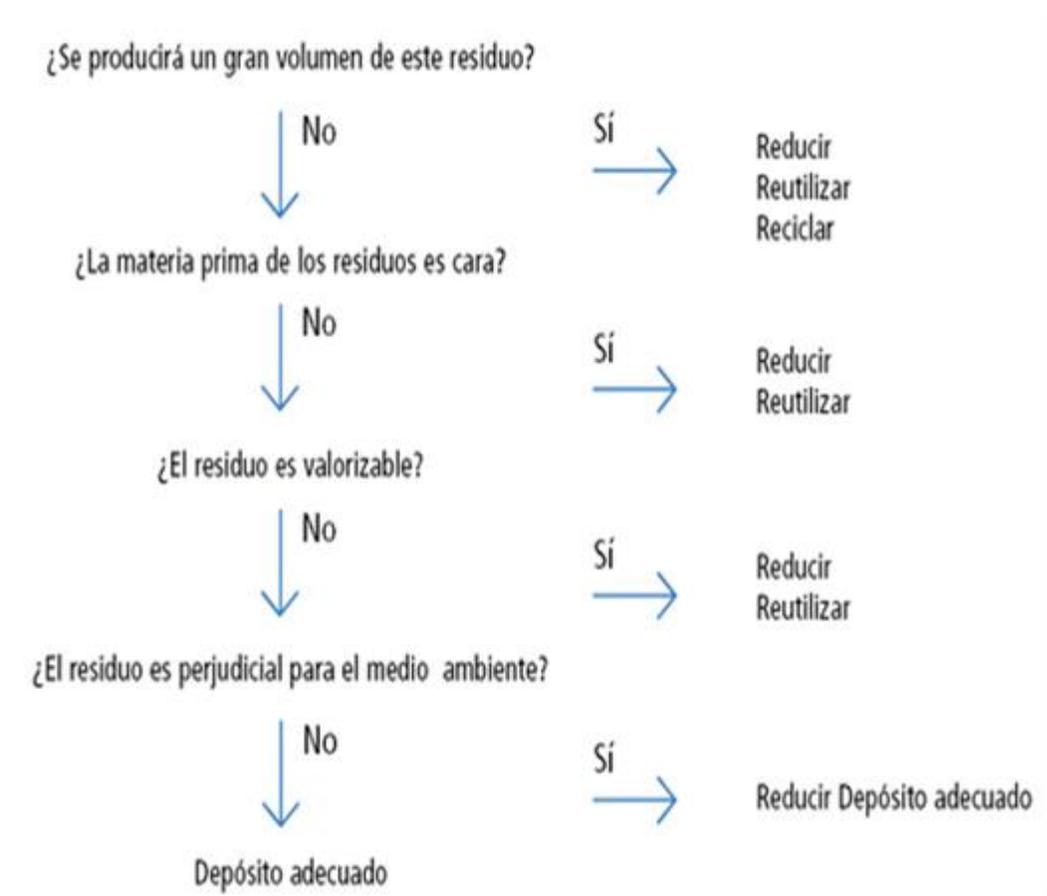
10. ¿Es importante para el medio ambiente reusar, reciclar o reducir los desechos de materiales de construcción?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Fuente: elaboración propia.

## 15. ANEXOS

### Anexo 1. Modelos de preguntas para la toma de decisión de alternativas de manejo de los desechos de materiales de construcción y demolición



Fuente: Reixach, F., González, J. y Sagrera, A. / Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya – ITeC. (2000). *Manual de minimización y gestión de residuos en las obras de construcción y demolición.*

