



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

**MANEJO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN  
EN EL MUNICIPIO DE MONJAS, JALAPA**

**David Alberto Sandoval Valenzuela**

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, julio de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MANEJO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN  
EN EL MUNICIPIO DE MONJAS, JALAPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**DAVID ALBERTO SANDOVAL VALENZUELA**

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, JULIO DE 2019

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. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

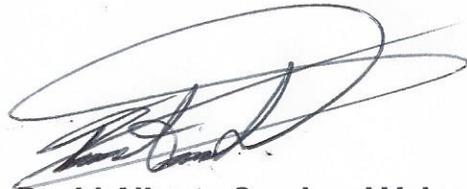
DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Angel Roberto Sic García
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## **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:

### **MANEJO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL MUNICIPIO DE MONJAS, JALAPA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 27 de marzo de 2019.



**David Alberto Sandoval Valenzuela**



Guatemala, 15 de mayo de 2019  
REF.EPS.DOC.411.05.2019

Ing. Oscar Argueta Hernández  
Director Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Argueta Hernández.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **David Alberto Sandoval Valenzuela**, Registro Académico 200722229 y CUI 1646 20672 2101 de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **MANEJO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL MUNICIPIO DE MONJAS, JALAPA.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Dad y Enseñad a Todos"

Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo  
MAAO/ra



**USAC**

TRICENTENARIA

Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



Guatemala,  
20 de mayo de 2019

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

Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **MANEJO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL MUNICIPIO DE MONJAS, JALAPA** desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil David Alberto Sandoval Valenzuela, con CUI 1646206722101 Registro Académico No. 200722229, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑADA A TODOS



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

Ing. civil, Luis Manuel Sandoval Mendoza  
Jefe Del Departamento de Hidráulica

/mrrm.



*Más de 138 años de Trabajo y Mejora Continua*



Guatemala, 21 de mayo de 2019  
REF.EPS.D.200.05.2019

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **MANEJO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL MUNICIPIO DE MONJAS, JALAPA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **David Alberto Sandoval Valenzuela, CUI 1646 20672 2101 y Registro Académico 200722229**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación por parte del Asesor-Supervisor, como Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Oscar Argueta Hernández  
Director Unidad de EPS



OAH/ra



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y del Coordinador de E.P.S. Ing. Oscar Argueta Hernández, al trabajo de graduación del estudiante David Alberto Sandoval Valenzuela titulado **MANEJO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL MUNICIPIO DE MONJAS, JALAPA** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco



Guatemala, julio 2019

/mrrm.



*Más de 138 años de Trabajo y Mejora Continua*

Universidad de San Carlos  
de Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 310.2019

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: **MANEJO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL MUNICIPIO DE MONJAS, JALAPA**, presentado por el estudiante universitario: **David Alberto Sandoval Valenzuela**, 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, julio de 2019

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por ser una guía en mi camino y permitirme cumplir mis metas.
<b>Mis padres</b>	David Sandoval y Vilma Valenzuela, por su amor, ejemplo de vida, apoyo de manera incondicional y por el esfuerzo para permitirme alcanzar esta meta.
<b>Mi hermana</b>	Ilsia Sandoval, por estar a mi lado para apoyarme y acompañarme en esta etapa de vida.
<b>Mis abuelos</b>	Rigoberto Valenzuela (q.e.p.d.), José Alberto Sandoval (q.e.p.d.), Marina Yanes y Navidad Medina, por su amor y cariño.
<b>Mis familiares</b>	Por todo su apoyo y cariño.
<b>Mi novia</b>	Brenda Cantoral por su amor, apoyo incondicional y por su ejemplo para lograr mi meta.
<b>Mis amigos</b>	Por su amistad en toda esta etapa de la carrera.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Por darme el privilegio de formar parte de ella y brindarme las herramientas necesarias para ser un profesional.

**Facultad de Ingeniería**

Por ser mi casa de estudios y formar los principios básicos para ejercer la profesión en la sociedad.

**Ing. Manuel Arrivillaga**

Por el apoyo técnico profesional brindado de manera incondicional y por su valiosa asesoría al presente trabajo de graduación.

**Municipalidad de  
Monjas Jalapa**

Por permitirme realizar el ejercicio profesional supervisado en sus instalaciones, especialmente a Ricardo Palma.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN .....	XIII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. FASE DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. Generalidades del municipio de Monjas, Jalapa .....	1
1.1.1. Contexto histórico .....	1
1.1.2. Ubicación geográfica .....	3
1.1.3. Aspectos climáticos .....	4
1.1.4. Población .....	5
1.1.5. División político-administrativa .....	6
1.1.6. Administración municipal .....	7
1.1.7. Oficina Municipal Forestal y de Medio Ambiente .....	7
1.1.8. Idioma .....	7
1.1.9. Servicios públicos .....	8
1.1.10. Educación .....	9
1.1.11. Actividad económica.....	10
1.1.12. Recursos naturales.....	10
1.1.13. Estado del servicio de agua potable y drenajes.....	11
2. RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN .....	15
2.1. Residuos .....	15

2.2.	Clasificación de residuos .....	16
2.2.1.	Residuos de construcción y demolición (RCD) .....	17
2.2.2.	Clasificación de los residuos generados por proyectos de infraestructura .....	17
2.2.3.	Clasificación de materiales de construcción .....	19
2.3.	Gestión de residuos .....	20
2.3.1.	Agentes que participan en el manejo de residuos ..	21
2.3.2.	Jerarquía para el ciclo de vida de los residuos .....	21
2.4.	Marco legal existente en Guatemala relacionado al manejo de residuos .....	23
2.4.1.	Normativa internacional.....	26
3.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL .....	27
3.1.	Manejo de residuos de construcción y demolición en el municipio de Monjas, Jalapa .....	27
3.2.	Descripción del proyecto .....	28
3.3.	Planificación.....	30
3.4.	Clasificación de los residuos y sus materiales .....	31
3.5.	Almacenamiento temporal en el lugar de la construcción.....	32
3.6.	Recolección y traslado de los residuos sólidos.....	33
3.7.	Alternativas para el manejo de residuos .....	34
3.8.	Disposición final de los residuos generados por construcción y demolición.....	35
3.9.	Propuesta para la implementación del proyecto manejo de residuos de construcción y demolición en el municipio de Monjas, Jalapa.....	35
3.9.1.	Propuesta para almacenaje temporal de los residuos .....	36
3.9.2.	Propuesta de servicio de recogida de residuos .....	39

3.9.3.	Propuesta para designar un área específica para el acopio de residuos de materiales de construcción y demolición.....	40
3.10.	Buenas prácticas para el manejo de residuos de obras de infraestructura y vivienda .....	41
3.10.1.	Análisis de la escorrentía del área propuesta para el acopio temporal de residuos de materiales de construcción y demolición.....	42
3.10.1.1.	Método racional.....	43
3.10.2.	Alternativas de uso para los residuos de construcción y demolición.....	47
3.10.3.	La deconstrucción como alternativa para la reducción de residuos.....	49
3.10.4.	Propuesta sobre la creación de una ordenanza o acuerdo municipal para el adecuado manejo de los residuos de construcción y demolición .....	49
3.10.5.	Capacitación a todo el personal municipal.....	51
3.10.6.	Promoción y sensibilización.....	52
3.10.7.	Buenas prácticas propuestas en fase de diseño o planificación .....	52
3.10.8.	Buenas prácticas propuestas en fase de ejecución.....	54
3.11.	Evaluación de impacto ambiental.....	56
3.12.	Problemática por residuos de construcción y demolición .....	59
3.13.	Oportunidades económicas del manejo de RCD .....	59
3.14.	Casos de éxito a nivel internacional sobre el manejo de residuos de construcción y demolición.....	60

CONCLUSIONES..... 63  
RECOMENDACIONES ..... 65  
BIBLIOGRAFÍA..... 67

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Ubicación geográfica del municipio de Monjas, Jalapa.....	3
2.	Tabla climática del municipio de Monjas, Jalapa .....	5
3.	Clasificación de residuos .....	16
4.	Jerarquía de residuos .....	22
5.	Contenedores para el depósito de residuos.....	37
6.	Muestra de contenedores .....	38
7.	Muestra de costales para residuos.....	38
8.	Localización del botadero municipal.....	41
9.	Área de subcuenca .....	47

### TABLAS

I.	Coeficiente de escorrentía.....	44
II.	Intensidad de lluvia .....	45
III.	Tiempo de acumulación de pequeñas cuencas hidrográficas .....	46



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>A</b>	Área de la cuenca
<b>Q</b>	Caudal máximo
<b>C</b>	Coeficiente de escorrentía
<b>°C</b>	Grados centígrados
<b>°F</b>	Grados Fahrenheit
<b>Ha</b>	Hectáreas
<b>I</b>	Intensidad de lluvia
<b>m<sup>2</sup></b>	Metros cuadrados
<b>m<sup>3</sup>/s</b>	Metros cúbicos por segundo
<b>mm</b>	Milímetros
<b>min</b>	Minutos
<b>Tr</b>	Período de retorno
<b>t</b>	Tiempo en minutos



## GLOSARIO

<b>Acopio</b>	Acumulación de gran cantidad de una cosa.
<b>Botadero</b>	Lugar donde se depositan y manejan los desechos.
<b>Caudal</b>	Cantidad de agua que lleva una corriente o que fluye de un manantial o fuente.
<b>Coeficiente</b>	Número que expresa el valor de un cambio en relación con las condiciones en que se produce.
<b>Construcción</b>	Técnica y actividad de la fabricación de obras de arquitectura e ingeniería, especialmente de edificios.
<b>Contenedor</b>	Recipiente metálico, de fácil transporte en camiones especiales, en el que se echan los escombros de las obras.
<b>Cuenca</b>	Extensión de terreno más ancha y menos profunda que un valle, cuyas aguas se vierten en un río, en un lago o en el mar.
<b>Demolición</b>	Dstrucción de un edificio u otra construcción.

<b>Drenaje</b>	Instalación de una casa, pueblo o ciudad que sirve para sacar las aguas sucias.
<b>EPS</b>	Ejercicio profesional supervisado
<b>Escorrentía</b>	Agua de lluvia que circula libremente sobre la superficie de un terreno.
<b>Gestión</b>	Acción o trámite que, junto con otros, se lleva a cabo para conseguir o resolver una cosa.
<b>Impacto</b>	Conjunto de los efectos que un suceso o un hecho producen en su entorno físico o social.
<b>Inerte</b>	Que carece de la capacidad de provocar reacciones químicas.
<b>Infraestructura</b>	Conjunto de medios técnicos, servicios e instalaciones necesarios para el desarrollo de una actividad o para que un lugar pueda ser utilizado.
<b>Insivumeh</b>	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
<b>Ordenanza</b>	Conjunto de normas u órdenes que rigen o regulan el buen gobierno y funcionamiento de algo, especialmente de una ciudad o comunidad.

<b>Pétreo</b>	Que tiene la dureza, textura u otra característica propia de la piedra.
<b>Planificación</b>	Elaborar o establecer el plan conforme al que se ha de desarrollar algo, especialmente una actividad.
<b>RCD</b>	Residuos de construcción y demolición.
<b>Reciclaje</b>	Someter materiales usados o desperdicios a un proceso de transformación o aprovechamiento para que puedan ser nuevamente utilizados.
<b>Residuo</b>	Materia inservible que resulta de la descomposición o destrucción de una cosa.
<b>Segeplan</b>	Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia.
<b>Señalización</b>	Señal o conjunto de señales que en un lugar proporcionan una información determinada, especialmente las señales de tráfico que regulan la circulación.
<b>SINIT</b>	Sistema nacional de información territorial.



## RESUMEN

El presente proyecto se identifica en el contexto geográfico del municipio de Monjas del departamento de Jalapa, ubicado al oriente del país y a 148 kilómetros de la ciudad capital. Monjas, mantiene una creciente actividad del sector de la construcción principalmente en el casco urbano, bajo la inversión principalmente pública.

Un dato importante de mencionar es que la administración municipal actual ha implementado la Oficina Municipal Forestal y de Medio Ambiente, encargada de todo lo relacionado con el cuidado del medio ambiente, cuidado de las áreas verdes, conservación de ríos y cuidado del agua, entre otras actividades.

Para determinar el estado de los servicios básicos del municipio de Monjas, se realizó una entrevista al personal de la Dirección Municipal de Planificación, DMP, quienes proporcionar información acerca del abastecimiento de agua potable a través de pozos, la cual se realiza de forma directa a todo el municipio. Dicha información ha sido relevante para tomarla en cuenta durante el desarrollo de este proyecto, ya que el abastecimiento del agua puede verse contaminado por el mal manejo de los residuos de construcción y demolición.

Los residuos, definidos por Fernando Sánchez, como aquellos materiales o productos de valor mínimo que son desechados y que causan un impacto ambiental negativo. Sin embargo, y gracias a nuevas tecnologías, muchos productos no alcanzan a convertirse en desechos y pueden ser utilizados como

materia prima para otras actividades, con lo que se pueden obtener nuevos beneficios económicos.

Los residuos pueden clasificarse en urbanos, residuos agrícolas, ganaderos y forestales, residuos de construcción y demolición, residuos mineros, residuos radioactivos, residuos sanitarios y residuos industriales. Partiendo de esta clasificación, se ha determinado que los residuos generados por los proyectos de infraestructura pueden ser residuos inertes, residuos no peligrosos, residuos peligrosos según sea su composición y su naturaleza, lo cual es determinante para establecer una adecuada gestión de residuos.

Por ello, la gestión de desechos comprendida como el manejo de residuos que va desde la recuperación, recogida, almacenamiento, transporte, valorización y tratamiento, implica la participación de un grupo de agentes para dar cumplimiento a dicho ciclo de vida dentro de un marco jerárquico que abarca la prevención, reutilización, reciclaje, valorización y eliminación.

Para dar lugar a la propuesta de servicio técnico se tuvo a bien analizar toda la normativa legal existente y vigente en Guatemala, así como aquellos instrumentos internacionales relacionados al manejo de residuos. Asimismo, el presente proyecto se presenta luego del análisis del contexto de la problemática del municipio de Monjas en cuanto al desecho de residuos sólidos provenientes de proyectos de infraestructura.

El proyecto propuesto comprende acciones para el manejo de residuos de construcción y demolición en el municipio de Monjas como la planificación, clasificación, almacenamiento temporal, recolección y traslado de los residuos, alternativas para el manejo de residuos y disposición final de los residuos generados.

La propuesta específica para la implementación del proyecto comprende que el proceso que siguen los residuos generados por la ejecución de actividades de construcción y demolición desde su origen hasta su disposición final. Aunque en Guatemala y especialmente en los municipios es una práctica común que los residuos sean dispuestos fuera del área de la obra que ocasiona problemas de movilidad, de tránsito y de salud.

Se plantea una propuesta para la implementación de un servicio de recogida de residuos a cargo de la municipalidad de Monjas, la que deberá determinar un área para el almacenamiento temporal de los residuos, utilizar contenedores o costales adecuados para el depósito de los residuos generados en las obras de construcción o demolición. Se sugiere también un servicio de recogida de residuos, un aspecto de gran importancia que permita una adecuada clasificación de residuos y su posterior disposición de alternativas de manejo.

La propuesta también comprende la designación de un área específica para el acopio de los residuos el cual puede ser ubicado dentro de las instalaciones del botadero municipal. Dicha propuesta se desarrolla habiendo realizado un análisis de la esorrentía del área propuesta para el acopio temporal de residuos de materiales de construcción y demolición; de tal manera, que se puedan establecer las medidas precautorias para minimizar la contaminación de los suelos y cuerpos cercanos a la zona.

Se presentan además alternativas para el uso de los residuos de construcción y demolición en actividades como la producción de combustible para calderas, en rellenos sanitarios y capas base para pavimentos, entre otros. La deconstrucción es una alternativa que también se plantea para reducir la

generación de residuos; aunque es un concepto relativamente nuevo, permite un manejo alternativo de residuos a largo plazo.

Para complementar la propuesta de este proyecto se propone la creación de una ordenanza o acuerdo municipal para el manejo integral de residuos que regule los ámbitos de aplicación en esta materia. La capacitación sobre el manejo de los residuos de construcción y demolición es otro factor importante a considerarse, ya que permitirán comprender la problemática por el mal manejo de los desechos generados por actividad de infraestructura. La promoción y sensibilización de un adecuado manejo de residuos es otro aspecto importante para que tanto el personal municipal como la población y el sector de la construcción conozcan acerca de esta materia.

Este proyecto expone, asimismo, una serie de buenas prácticas que pueden ser tomadas en cuenta para la consecución de los fines de un adecuado manejo de residuos.

Es bien sabido que los residuos mal dispuestos generan impacto negativo, por ello en el último apartado se presenta la definición de la evaluación de impacto ambiental, el cual se realiza bajo el Estudio de evaluación de impacto ambiental, EIA, un documento técnico que permite predecir con mayor profundidad de análisis los efectos que ejercerá un proyecto sobre el medio ambiente. Dichos efectos en gran mayoría de casos general una problemática negativa que va desde contaminación medio ambiental, contaminación de líquidos y olores por el derramamiento de materiales en los espacios públicos.

Para finalizar la presente propuesta se desarrolla un apartado sobre las oportunidades económicas y, los casos de éxito a nivel internacional que presenta el manejo de residuos de construcción y demolición. El primero

expone sobre el ahorro en la producción de materiales, en gasto de transporte, generación de nuevas industrias y la minimización del impacto ambiental y el segundo, presenta aquellas prácticas en el manejo adecuado de residuos de construcción y demolición en países como Brasil, México, Estados Unidos, Corea del Sur, Japón y la región europea.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Promover el desarrollo de un adecuado manejo de residuos de construcción y demolición en el municipio de Monjas, Jalapa.

### **Específicos**

1. Determinar la situación actual de la actividad de construcción y demolición en el municipio de Monjas que genera residuos.
2. Analizar la normativa existente en Guatemala referente al manejo de residuos.
3. Presentar una serie de propuestas para el adecuado manejo de residuos de construcción y demolición en el municipio de Monjas, Jalapa.



## INTRODUCCIÓN

Ante un constante crecimiento de la actividad de construcción en Guatemala es importante abordar el manejo de residuos de construcción y demolición para generar el menor impacto negativo posible en las ciudades y con el medio ambiente.

Este proyecto se centra en el municipio de Monjas, ubicado en el departamento de Jalapa, el cual mantiene una actividad constante en cuanto a construcciones, la mayoría de estas provenientes de la inversión privada y de tipo vivienda familiar principalmente en el casco urbano; pero también se presenta un mercado de la construcción para comercios de pequeñas y medianas dimensiones, ubicados en zonas céntricas.

Cabe mencionar que en los últimos años se ha incrementado la construcción de viviendas en aldeas y caseríos, algo que muchos atribuyen a la inversión por envío de remesas de familiares en el extranjero.

Las obras de infraestructura por inversión pública también se generan, por ejemplo, el mejoramiento de la cinta asfáltica que atraviesa el municipio, de rutas entre el casco urbano y sus aldeas, así como de edificaciones para beneficio de la población.

Por lo anterior, este proyecto aborda en el primer capítulo un panorama general del municipio de Monjas, desde su historia hasta la administración municipal. En el segundo apartado de este capítulo acerca de los residuos de construcción y demolición permitirán al lector introducirse en la definición de

los residuos, su clasificación según su material y su peligrosidad, entre otros; la clasificación de los residuos generados por proyectos de infraestructura. Asimismo, se muestra lo relacionado a la clasificación de los materiales de construcción, un punto importante para determinar un adecuado manejo y, la gestión de residuos que se puede llegar a comprender como aquellas actividades relacionadas al manejo de los residuos y que va desde la recuperación, almacenamiento, transporte hasta su tratamiento.

Otro dato importante que resalta del primer capítulo es la jerarquía de residuos, los agentes que intervienen en el manejo de estos. El marco legal guatemalteco relacionado al manejo de residuos también se expone en este apartado, dado que la normativa presentará las bases para establecer medidas que regulen el manejo de residuos.

El segundo capítulo de este proyecto se expone la fase de servicio técnico profesional con la descripción de la propuesta de este proyecto, el cual pretende convertirse en una guía para la administración municipal para una futura implementación de un plan enfocado en el adecuado manejo de residuos para contribuir a la optimización de recursos en los proyectos de construcción y en la minimización del impacto ambiental.

El proyecto se presenta tomando en cuenta la normativa legal relacionada, las experiencias internacionales exitosas y buenas prácticas implementadas. Por tanto, el presente proyecto abarca la exposición de acciones de planificación, clasificación de residuos, almacenamiento, recolección y traslado de residuos, alternativas para su manejo y la disposición final de residuos generados por actividad de construcción y demolición.

En este apartado se presenta una propuesta para la implementación de este proyecto que incluye un adecuado almacenaje temporal de los residuos, una propuesta de servicio de recogida de dichos residuos, así como para delimitar un espacio específico para el acopio de los residuos generados, entre otras acciones fundamentales. Finalmente, este proyecto presenta una serie de conclusiones a las cuales fue posible alcanzar luego de un análisis profundo de la temática, así como de las necesidades municipales y la viabilidad para su implementación.



# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Generalidades del municipio de Monjas, Jalapa**

A continuación, se describen las generalidades del municipio de Monjas, Jalapa.

### **1.1.1. Contexto histórico**

Monjas, tal como citan varios autores en la tesis *Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión* del municipio de Monjas Jalapa.

Se ha conocido con ese nombre desde hace siglos. En el Archivo General de Centroamérica se encuentra el expediente del año 1773, que trata de los estudios de los valles para el traslado de la capital de Guatemala, después de los terremotos de Santa Marta.

La comisión encabezada por el Oidor Decano de la Real Audiencia González Bustillo, en el informe se refiere a que el 30 de agosto de 1773, inició una visita en el valle de San Antonio y aparecen las declaraciones de testigos, entre ellos las del Capitán don Antonio Álvarez, que vivía en Jalapa desde 1740.

Antiguamente, el municipio de Monjas constituyó el sector más importante de la gran hacienda Las Monjas, esta se extendía desde Jutiapilla en el

departamento de Jalapa, hasta San Cristóbal frontera en la República de El Salvador y el cerro Yupiltepeque, ambos en el departamento de Jutiapa.

Los primeros dueños de Las Monjas fueron don Joseph de Nájera y doña María Felipa de Mencos, quien falleció el ocho de mayo de 1775 y dejó en el testamento clara existencia de hacienda de Monjas en esa fecha.

Aunque no se conoce de manera exacta el origen del nombre Monjas, pero las personas más longevas de la comunidad urbana lo atribuyen a la presencia y permanencia de cinco religiosas españolas traídas a este lugar por don Antonio Taboada.

Según testimonios de vecinos del municipio, después de la muerte de don Antonio Taboada, las tierras pasaron a poder de la viuda doña Marta Vergel o Ambelis Donis, quien las vendió; entre las personas compradoras estaba el capitalista salvadoreño, militar y político de fama, general Tomás Regalado, pero el licenciado Manuel Estrada Cabrera, impidió la negociación y la adquirió para el Estado.

La hacienda Monjas, pasó a propiedad del Estado, siendo el presidente Estrada Cabrera quien ordenó repartirla entre los más allegados personajes de relevancia política o administrativa; entre estos el licenciado Manuel Godoy, los generales David Barrientos, Eligio Andrade, Margarito Ariza y el ingeniero Benedicto Cárcamo.

Al crearse el departamento de Jalapa por decreto No. 107 del 24 de noviembre de 1872, entre los poblados se mencionó a Monjas, que fue elevada a la categoría de cabecera municipal, mediante Acuerdo Gubernativo del 26 de agosto de 1911.

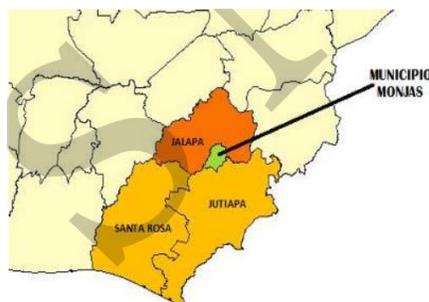
Existen evidencias de que los primeros pobladores de la cabecera municipal fueron los señores: Pedro, Luciano y Rodrigo Aguirre y la familia Valenzuela. Años más tarde, en el año 1914, el gobierno de ese entonces dispuso que las calles y avenidas de la cabecera fueran trazadas por ingenieros. Se procedió a repartir sitios o lotes en forma gratuita, lo que atrajo a numerosas familias las cuales se trasladaron inmediatamente al área urbana.

### 1.1.2. Ubicación geográfica

El municipio de Monjas, departamento de Jalapa, se encuentra ubicado a 148 kilómetros de la ciudad capital, localizado sobre la ruta nacional 19, que conduce del departamento de El Progreso, Guastatoya hacia el municipio de El Progreso, Jutiapa. La distancia entre el municipio de Monjas y la cabecera departamental de Jalapa es de 23 kilómetros, mientras dista a 18 kilómetros del municipio de El Progreso, Jutiapa.

Monjas, Jalapa, se encuentra a una altura de 955 metros sobre el nivel del mar con coordenadas  $14^{\circ}30'04''N$   $89^{\circ}52'20''O$  y una extensión territorial aproximada de 256 kilómetros cuadrados.

Figura 1. **Ubicación geográfica del municipio de Monjas, Jalapa**



Fuente: Cooperativa El Recuerdo. *Planificación territorial, plan de desarrollo, Monjas, Jalapa.*

- Colindancias

Las colindancias del municipio de Monjas, Jalapa son las siguientes:

- Al norte con los municipios de Jalapa, San Manuel Chaparrón, Jalapa (cabecera) y San Pedro Pinula.
- Al sur con los municipios de Jutiapa (cabecera) y El Progreso, Jutiapa.
- Al Este con el municipio de Santa Catarina Mita, Jutiapa.
- Al Oeste con el municipio de San Carlos Alzatate, Jalapa.

### **1.1.3. Aspectos climáticos**

El municipio de Monjas, departamento de Jalapa, está clasificado con un clima tropical. En comparación con el invierno, los veranos tienen mucha más lluvia. La clasificación del clima de Köppen-Geiger es Aw. La temperatura promedio del municipio de Monjas es de 22,7 °C y las precipitaciones son en promedio de 1 012 mm. La menor cantidad de lluvia ocurre en enero, en el que el promedio de este mes es 0 mm. En junio, la precipitación alcanza su pico, con un promedio de 229 mm. La variación en la precipitación entre los meses más secos y más húmedos es de 229 mm. La variación en la temperatura anual está alrededor de 3,8 °C teniendo como los meses más calurosos marzo, abril y mayo.

Según datos del Instituto de Sismología, Vulcanología y Meteorología, Insivumeh, las temperaturas máximas y mínimas que se presentan en el

municipio de Monjas oscilan entre los 28,6 °C. y 15,3 °C con una humedad relativa del 69 % y una velocidad del viento de 6,3 kilómetros por hora.

**Figura 2. Tabla climática del municipio de Monjas, Jalapa**

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	21	22.1	23.2	24.7	24.4	22.9	23	23.1	23	22.4	21.5	20.9
Temperatura mín. (°C)	14.6	15.4	16.3	18.2	18.6	18.4	18.5	18.4	18.5	17.8	16.4	15
Temperatura máx. (°C)	27.5	28.8	30.2	31.2	30.2	27.5	27.5	27.8	27.5	27.1	26.7	26.9
Temperatura media (°F)	69.8	71.8	73.8	76.5	75.9	73.2	73.4	73.6	73.4	72.3	70.7	69.6
Temperatura mín. (°F)	58.3	59.7	61.3	64.8	65.5	65.1	65.3	65.1	65.3	64.0	61.5	59.0
Temperatura máx. (°F)	81.5	83.8	86.4	88.2	86.4	81.5	81.5	82.0	81.5	80.8	80.1	80.4
Precipitación (mm)	0	2	10	31	99	229	164	169	184	108	15	1

Fuente: CLIMATE-DATA.org. *Tabla climática del municipio*. <https://en.climate-data.org/>.

Consulta: 22 de marzo de 2019.

#### **1.1.4. Población**

El municipio de Monjas, Jalapa, de acuerdo a datos del Instituto Nacional de estadística, INE, en su censo del año 2002 cuenta con una población de 21 069 habitantes.

La población del municipio de Monjas, Jalapa, es 47 % urbana y 53 % rural, porcentaje del cual el 97 % es no indígena y 3 % indígena, con un índice de crecimiento de 1,3 %.

### **1.1.5. División político-administrativa**

De acuerdo a datos recabados del censo de población realizado por el Instituto Nacional de estadística, INE, del año de 1994, la división política del municipio de Monjas es la siguiente:

- Cabecera municipal:(casco urbano) Monjas.
- Aldeas: El Pinal, La Estancia, Los Terrones, Los Achiotes, La Campana, Llano Grande, Morazán, Plan de la Cruz, Piedras Blancas, San Antonio, San Juancito, El Salamo, La Ceiba, Achiotíos.
- Caseríos: Buena Vista, Casa de Tablas, Cuesta de Palma, El Carmen, El Coyolito, Entre Ríos, Golito, La Ceibita, Las Olivas, La Rinconada, Sexteadero, El Obraje, Garay Viejo, Las Palmas, Juan Cano, Agua Tibia, El Coco, La Providencia, Las Lomas, Los Cimientos, Mojarritas, Mojarrita Abajo, Piedras de Fuego, El Paraíso o los Valdez, Joya del Nanzal, El Plash, Las Vegas, La Recta.
- Fincas: El Conacaste, Pinos Altos, Santa Marta, La Villita, Bella Vista, La Tuna.
- Parajes: El Bonete.

De acuerdo a la información obtenida del censo realizado por el INE, en el año 2002 no se registran cambios que significativos en la división política el municipio.

### **1.1.6. Administración municipal**

La municipalidad del municipio de Monjas está integrada de la siguiente manera: por un alcalde, que preside y representa a la institución, personero legal; un síndico y dos concejales que tienen como función ser parte del órgano deliberante de decisión; esto según el código municipal, decreto 12-2002 del Congreso de la República de Guatemala.

El Consejo Municipal de Desarrollo, COMUDE, de Monjas está integrado por 35 personas, de las cuales 6 son miembros del Concejo Municipal, el coordinador de la DMP, mientras que 26 de ellos son representantes de los diferentes COCODES y 2 personas son representantes de las instituciones gubernamentales con presencia en el municipio.

### **1.1.7. Oficina Municipal Forestal y de Medio Ambiente**

Es la dependencia de la municipalidad encargada de todas las actividades relacionadas con el medio ambiente. Su responsabilidad abarca tanto actividades como la reforestación y el cuidado de las áreas verdes de todo el municipio hasta la conservación de ríos, el cuidado del agua y todo lo relacionado al mantenimiento de la urbanización amigable para la población.

### **1.1.8. Idioma**

El idioma predominante en el municipio de Monjas es el idioma español o castellano, se identifica además el uso de idiomas mayas, pero no de manera significativa; las personas que hablan idiomas mayas son migrantes internos de otras zonas del país, que se establecen como empleados o dueños de negocios en el municipio.

### **1.1.9. Servicios públicos**

- Salud: según información recabada y tomando datos del Plan de Desarrollo de Monjas, Jalapa, hecho por Segeplanen el año 2009, el municipio de Monjas cuenta con un centro de salud tipo B ubicado en el casco urbano, el cual atiende de lunes a viernes, 8 horas diarias. También, cuenta con 4 puestos de salud funcionales ubicados en las aldeas La Rinconada, Plan de la Cruz, San Antonio y Mojarritas.

La cobertura en salud para el año 2002 asciende a un 12 % del total de la población de 29 823 que requieren servicios médicos solo 3 582 reciben atención.

- Agua potable: el municipio de Monjas, Jalapa cuenta con cobertura de agua potable en 4267 hogares, según los datos recabados por el Instituto Nacional de estadística, INE, en su censo del año 2002; de estos hogares, el 81% usa chorro de manera exclusiva por hogar y el resto se abastece de diferentes métodos; por ejemplo, por medio de pozo, camión o tonel, cuerpos de agua y otros.
- Drenajes: el servicio de drenajes para una población es de vital importancia, ya que el contar con este tipo de servicio se traduce en un buen estado de salud de la población y una mejora en su calidad de vida.
- Según los datos del censo hecho por el INE en el año 2002, en el municipio de Monjas, Jalapa, 3 206 hogares cuentan con servicio sanitario, de los cuales se encuentran conectados a la red de drenaje 1 371 hogares que hacen uso exclusivo de este servicio; el resto de

hogares hacen uso de otros métodos como fosas sépticas, excusados lavables o pozos ciegos.

- Del total de hogares consultados por el INE en el año 2002, aproximadamente el 25 % no cuenta con servicios sanitarios de ningún tipo.
- Otros servicios: Monjas cuenta con otros servicios para cubrir diferentes necesidades de la población; cuenta con el mercado municipal, ubicado a un costado del parque central del municipio; cuenta también con un cementerio municipal, dividido en 2 partes, ubicado en los límites del municipio que colindan con la aldea Jocote Dulce, y en la misma ruta se encuentra ubicado el vertedero municipal; además, el municipio cuenta con el estadio municipal destinado a actividades deportivas.

#### **1.1.10. Educación**

Monjas, Jalapa, cuenta con establecimientos públicos y privados que brindan servicios educativos desde el nivel pre primario hasta el nivel diversificado, según datos del anuario estadístico del Ministerio de Educación de Guatemala; en el año 2016 se registró la existencia de 108 establecimientos educativos, los cuales como ya se mencionó son de carácter público y privado y abarcan desde el nivel preprimario hasta diversificado.

En la actualidad, también se cuenta con educación superior universitaria por parte de la Universidad de San Carlos de Guatemala e instituciones privadas.

Según datos estadísticos del INE de 2002, el 29 % de la población mayor no sabe leer ni escribir, resultando en un analfabetismo del 28 % en hombres y de 29 % en mujeres; mientras en algunas aldeas el analfabetismo en mujeres puede llegar hasta el 62 %; y como dato a tomar en cuenta, la tasa de alfabetización del grupo de jóvenes entre 15 y 24 años se mantiene en un 86 %.

#### **1.1.11. Actividad económica**

La población económicamente activa del municipio corresponde al 82 % de hombres y el 18 % de mujeres, teniendo como principal motor de desarrollo del municipio la producción de hortalizas y granos básicos.

También, se cuenta con actividad comercial de diferentes tipos para cubrir necesidades básicas, por ejemplo: tiendas de insumos básicos, ventas de ropa y calzado y comedores. Se desarrollan actividades de comercio de acuerdo a las actividades económicas del municipio, como ferreterías, comercios agropecuarios, venta de electrodomésticos y muebles, entre otros.

#### **1.1.12. Recursos naturales**

El municipio de Monjas, Jalapa, en específico su cabecera municipal, está situada en un valle de dimensiones extensas dividido por ríos. Monjas es una zona escasa en áreas boscosas, aun así, según datos del análisis territorial hecho por Segeplan en 2009, la dinámica forestal entre el año 1991 y el año 2001 reportó una pérdida de 148 hectáreas de bosque, que representa el 10,62 % de la masa forestal del municipio, esto debido al uso de leña por los habitantes como fuente de energía.

Los principales ríos del municipio de Monjas, Jalapa, son: el río Ostua o Grande, río Güirila, río San Pedro, río Mojarritas y Juan Cano; además, existen riachuelos y quebradas. Sin embargo, es en la aldea de Los Terrones donde se encuentra la laguna Del Hoyo, uno de los atractivos turísticos del municipio.

Monjas se ha caracterizado por lo fértil de sus suelos, haciendo de la agricultura una de sus principales fuentes de desarrollo. Según el mapa geológico de Guatemala proporcionado por el Ministerio de Ganadería y Agricultura, MAGA, los suelos predominantes en todo el departamento son rocas ígneas y metamórficas del periodo terciario; según esta clasificación los suelos están compuestos por rocas volcánicas sin dividir, predominantemente del mioplioceno, incluye tobas coladas de lava, material lahárico y sedimentos volcánicos.

### **1.1.13. Estado del servicio de agua potable y drenajes**

La municipalidad de Monjas es la entidad responsable de dar el mantenimiento y velar porque el servicio de agua potable y drenajes funcionen de manera correcta para el beneficio de la población. Según datos del INE en su censo de 2002, el municipio cuenta con cobertura de agua potable en 4 267 hogares y 3 206 cuentan con servicio sanitario, de los cuales, 1 371 hogares se encuentran conectados a la red de drenajes.

Para conocer el estado de estos servicios básicos en el municipio de Monjas, Jalapa se tuvo a bien realizar una entrevista al personal de la Dirección Municipal de Planificación, DMP, quienes informaron que el abastecimiento de agua potable es a través de pozos ubicados tanto en el casco urbano, como en las diferentes aldeas del municipio. Asimismo, se cuenta con abastecimiento de agua potable a través de un nacimiento.

El abastecimiento de agua potable se realiza de manera directa, es decir, el agua de los pozos es dirigida de directamente a la red de agua potable del municipio, a excepción del agua utilizada del nacimiento, la cual es conducida hacia un depósito, conocido en el municipio como 'caja de agua' y posteriormente se distribuye a la red de agua potable. En el casco urbano se cuenta con 6 pozos para el abastecimiento de agua potable, los cuales se encuentran en las siguientes ubicaciones: caserío Agua Tibia, barrios El Porvenir, La Libertad, La Reforma, La Ceibita y un pozo existente en la estación del Insivumeh.

En relación al tratamiento para que el agua sea considerada potable, en 3 de los 6 pozos existentes en el casco urbano se utiliza hipoclorito, siendo estos los ubicados en los barrios El Porvenir, La Ceibita y La Reforma. En el depósito conocido como 'caja de agua' previo a su distribución a la red de agua potable y para cumplir con los parámetros de potabilidad se utiliza gas cloro. Por otra parte, en las aldeas de Terrones, San Antonio y El Salamo también se utiliza la cloración para potabilizar el agua de los pozos correspondientes.

Los parámetros para que el agua utilizada en municipio sea considerada potable son monitoreados mensualmente por el personal de la municipalidad.

La red de drenajes del municipio de Monjas, desfoga las aguas residuales en los ríos Ostua y Güirila.

En cuanto al tratamiento de aguas residuales en el municipio de Monjas, solo se cuenta con una planta de tratamiento funcional, ubicada en el barrio La Libertad la cual es monitoreada mensualmente. Existen otras plantas de tratamiento en el municipio, en forma de cisternas, las cuales se encuentran fuera de servicio debido a la falta de mantenimiento de las mismas.

La administración municipal tiene proyectado la construcción de 5 plantas de tratamiento, las cuales serán instaladas en el barrio La Libertad, barrio El Porvenir, en el rastro del municipio, en el mercado del municipal y en las aldeas de El Salamo y Juan Cano, con lo que se contribuirá a cumplir con los parámetros establecidos por el Estado de Guatemala, para la descarga de aguas residuales, y para poder recuperar, preservar y proteger los cuerpos de agua receptores del municipio.



## **2. RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN**

### **2.1. Residuos**

Es importante definir el concepto de residuos, el cual proviene de la práctica social de utilizar y tirar cualquier tipo de materiales o productos de valor mínimo que eran desechados, con lo cual causaban un impacto ambiental mayormente negativo.

En la actualidad, el término de residuo se ha modificado gracias a partir de la reutilización de productos a través de métodos especializados y la tecnología, es decir, muchos de estos productos no alcanzan a convertirse en 'desecho' porque pueden llegar a clasificarse como materia prima para otro tipo de actividad, generando una nueva actividad económica.

Por tanto, es posible determinar que el concepto 'residuo' se refiere a cualquier tipo de objeto, material, sustancia o elemento generado a partir del consumo o del uso de actividades domésticas, de infraestructura, comerciales, industriales, de servicios, que son desechados o rechazados por el individuo generador y que es susceptible a su aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, como parte de una actividad económica o para su disposición final.

Los residuos y el medio ambiente están estrechamente relacionados en cuanto los primeros son desechados o abandonados por los individuos o colectivos, por lo que presentan un problema para el medio ambiente de riesgos en la mayoría de casos contaminantes y tóxicos.

## 2.2. Clasificación de residuos

La clasificación de los tipos de residuos es amplia, ya que se contempla su material, su nivel de peligrosidad, entre otros; sin embargo, la característica de su origen es determinante para definir su tipo; de esta manera, y continuando con la exposición de Ferrando Sánchez y Granero Castro, es posible distinguir entre residuos urbanos, agrícolas, ganaderos y forestales, residuos mineros, sanitarios, radioactivos, residuos de construcción y demolición y residuos industriales.

Figura 3. Clasificación de residuos



Fuente: elaboración propia.

Para este proyecto se prioriza la clasificación de residuos provenientes de la actividad de construcción y demolición.

### **2.2.1. Residuos de construcción y demolición (RCD)**

Este tipo de residuos provienen de dos tipos de actividad:

- Construcción, rehabilitación, reparación, reforma o demolición de un bien inmueble u obras de ingeniería civil.
- Trabajos que modifiquen forma o sustancia de un terreno o subsuelo, como excavaciones, urbanizaciones.

De acuerdo con su origen se pueden agrupar en escombros y tierras y materiales pétreos.

### **2.2.2. Clasificación de los residuos generados por proyectos de infraestructura**

De acuerdo con el Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña, ITeC, con información publicada en el sitio web Construmática los residuos de obras de infraestructura se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Residuos inertes: aquellos que no presentan riesgo de polución para las aguas y de los suelos y que, en general, podríamos asimilar a los materiales pétreos. Entre los residuos más habituales de este tipo se encuentran los provenientes de ladrillo, tejas, azulejos, hormigón endurecido y mortero endurecido.
- Residuos no peligrosos: son los que por su naturaleza pueden ser tratados o almacenados en las mismas instalaciones que los residuos domésticos. Entre estos se encuentran:

- Metal: armaduras de acero y restos de estructuras metálicas, perfiles para cortar el cartón-yeso, paneles de encofrado en mal estado.
  - Madera: restos de corte, restos de encofrado, palets.
  - Papel y cartón: sacos de cemento, de yeso, de arena y cal, cajas de cartón.
  - Plástico: lonas y cintas de protección no reutilizables, conductos y canalizaciones, marcos de ventanas, desmantelamiento de persianas.
  - Otros: cartón, yeso y vidrio.
- Residuos peligrosos: los formados por materiales que tienen determinadas características perjudiciales para la salud o el medio ambiente. Los más habituales son los envases y restos de aceites, lubricantes, líquidos de freno, combustibles, desencofrantes, anticongelantes y líquidos para el curado del hormigón, adhesivos, aerosoles, agentes espumantes, betunes con alquitrán de hulla, decapantes, imprimaciones, disolventes y detergentes, madera tratada con productos tóxicos, pinturas y barnices, silicona y otros productos de sellado, tubos fluorescentes, pilas y baterías que contienen plomo, níquel, cadmio o mercurio, materiales que contienen PCB materiales de aislamiento que pueden contener sustancias peligrosas, trapos brochas y otros útiles de obra contaminados con productos peligrosos, restos del desmantelamiento de bajantes, cubiertas y tabiques pluviales que contienen fibras de amianto, restos de desmantelamiento de materiales

de aislamiento, pavimentos, falsos techos, etc., que contienen fibras de amianto.

### **2.2.3. Clasificación de materiales de construcción**

Los materiales utilizados en la ejecución de proyectos de infraestructura se pueden clasificar de la siguiente manera, según el sitio web *Área Tecnología*.

- **Materiales pétreos:** en esta clasificación se encuentran las piedras, rocas naturales y sus derivados. Los más usados en construcción son la roca caliza, el mármol, el granito, la pizarra y los áridos (piedras de diferentes tamaños).
  
- **Cerámicos y vidrios:** proceden de materias primas arcillosas que se someten a un proceso de cocción en un horno a altas temperaturas. Los más usados en construcción son las baldosas y azulejos, ladrillos refractarios, loza sanitaria, vidrio, lana de vidrio, ladrillos, bovedillas, tejas.
  - **Vidrio:** mezcla de sílice (arena) con potasa o sosa y pequeñas cantidades de otras bases, y a la cual pueden darse distintas coloraciones mediante la adición de óxidos metálicos.
  
- **Materiales compuestos:** se forman por la mezcla de diferentes materiales con diferentes propiedades. Los más usados son el mortero (una mezcla de arena, cemento y agua), el hormigón, el hormigón impreso y las mezclas asfálticas.

- **Materiales metálicos:** se obtienen a partir de minerales del metal. Hay dos tipos, los ferrosos procedentes del hierro y no ferrosos. Los ferrosos más usados son el acero y la fundición mientras los no ferrosos son el cobre y el aluminio.
- **Materiales plásticos:** actualmente se utilizan mucho en construcción estos materiales plásticos por sus propiedades y su coste reducido. Son materiales orgánicos formados por polímeros (macromoléculas) constituidos por largas cadenas de átomos que contienen fundamentalmente carbono. Entre ellos se encuentran el PVC, el poliestireno, melamina, poliuretano, entre otros.

### **2.3. Gestión de residuos**

Como gestión de residuos se comprenden todas aquellas actividades en las que se realiza un manejo de residuos que va desde la recuperación, recogida, almacenamiento, transporte, valorización y su posterior tratamiento, de tal manera que cumplen un ciclo de vida productivo y no generen un impacto ambiental negativo.

En la realidad nacional guatemalteca, y específicamente en el municipio de Monjas, Jalapa, las actividades productivas generadoras de residuos van cada día en aumento lo cual debe ser abordado de manera adecuada porque ello repercute en la actividad económica y en la sostenibilidad.

### **2.3.1. Agentes que participan en el manejo de residuos**

Para el cumplimiento del ciclo de vida de los residuos, participan los siguientes agentes, los cuales se definen con base en el documento *Gestión y minimización de residuos* ante la ausencia de una normativa guatemalteca:

- **Productor y poseedor:** como productor se define a aquella persona física o jurídica cuya actividad... produzca residuos. Por otra parte, el poseedor... es la persona física o jurídica que tenga en su poder los residuos y no cuente con la capacidad de gestionar su manejo.
- **Transportista:** ...es todo aquel que preste servicios de recogida y traslado de residuos... en distintos puntos de generación, pudiendo asumir o no la titularidad de los mismos.
- **Gestor:** es la persona, entidad pública o privada que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos, sea o no el productor de los mismos.

### **2.3.2. Jerarquía para el ciclo de vida de los residuos**

Este proyecto plantea tomar como base la jerarquía de residuos el criterio de la directiva 2008/98/ce del Parlamento Europeo y del Consejo de la Unión Europea, la cual establece una escala de acciones a implementar en cuanto al manejo de los residuos de la siguiente manera:

Figura 4. **Jerarquía de residuos**



Fuente: elaboración propia.

- La prevención: se refiere a las acciones que contribuyen a minimizar la generación de este tipo de residuos. Por lo que este proyecto plantea que la municipalidad implemente medidas de prevención que incluyan desde campañas comunicacionales o publicitarias, definición e implementación de reglamentos, divulgación de información e impartición de talleres informativos y de capacitación.
- La reutilización: se da cuando los residuos generados de aquellas construcciones, de carácter municipal o privadas, que se encuentren dentro de los límites municipales y cuenten con características ideales para poder ser utilizados nuevamente en un proyecto diferente; esta guía propone que la municipalidad sea la encargada de la recolección de dichos residuos, para determinar el estado en que se encuentran, clasificarlos según su tipo y finalmente determinar los proyectos u obras municipales en los que pueden ser reutilizados.

Un ejemplo de reutilización es que los materiales resultantes de una excavación o movimiento de tierras se puede utilizar para nivelación de terrenos.

- El reciclaje: ocurre durante el proceso de clasificación de los residuos recolectados, la municipalidad deberá determinar aquellos que pueden ser reciclados. Para esta alternativa se sugiere identificar las plantas de reciclaje de materiales de construcción que mejor se adapten a las necesidades de la municipalidad.
- La alternativa de valorización: se da cuando la aplicación del residuo como materia prima se realiza de forma indirecta, por ejemplo, la valorización energética.
- La última alternativa que este proyecto plantea optar, es la eliminación de los residuos: ya que esto implica la creación de vertederos los cuales deben ser manejados adecuadamente para no mezclar diferentes tipos de residuos y no crear focos de contaminación.

#### **2.4. Marco legal existente en Guatemala relacionado al manejo de residuos**

Como se menciona anteriormente, para establecer medidas que ayuden al manejo de desechos en el municipio es necesario determinar cuáles son las leyes o regulaciones aplicables para el tema e identificar las bases legales para su establecimiento.

Para el desarrollo del presente proyecto se ha tomado como base para la implementación de medidas, las siguientes normativas existentes en Guatemala relacionadas con el manejo de residuos:

- *Constitución Política de la República de Guatemala*. Artículo No. 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 el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación.
- *Decreto Número 68-86, Ley de protección y mejoramiento del ambiente*: esta ley que tiene como principio fundamental que el Estado, incluyendo a las municipalidades, propicien las condiciones necesarias que les correspondan para la prevención de la contaminación del medio ambiente, y por lo tanto la implementación de medidas que ayuden a este objetivo.
- *Decreto Número 12-2002, Código municipal*; este decreto en sus artículos 67 y 68 (inciso A), establece los intereses y competencias propias del municipio; dentro de los cuales se encuentran promover actividades y proyectos ambientales que ayuden a mejorar la calidad de vida de sus habitantes y establecer planes o programas que permitan el correcto manejo y disposición final de desechos.
- *Decreto Número 90-97, Código de salud*: tiene como principio fundamental el derecho a la salud de los guatemaltecos, y en su artículo

número 68 indica a las municipalidades su competencia en cuanto a la promoción de ambientes saludables que favorezcan al desarrollo de la población. Por otra parte, en su artículo número 72, el *Código de salud* insta a las municipalidades a promover programas de prevención y control de riesgos ambientales. “Artículo 102: Responsabilidad de las municipalidades. Corresponde a las Municipalidades la prestación de los servicios; de limpieza o recolección, tratamiento y disposición de los residuos sólidos de acuerdo con las leyes específicas y en cumplimiento de las normas sanitarias aplicables.” Artículo 107: Residuos sólidos de la industria y comercio. Para el almacenamiento, transporte, reciclaje y disposición de residuos y residuos sólidos, así como de residuos industriales peligrosos, las empresas Industriales o comerciales deberán contar con sistemas adecuados según la naturaleza de sus operaciones, especialmente cuando la peligrosidad y volumen de los residuos no permitan la utilización del servicio ordinario para la disposición de los residuos generales.”

- *Decreto Número 7-2013, Ley marco de cambio climático*: cuyo objetivo es establecer las regulaciones y medidas necesarias para combatir los efectos del cambio climático en Guatemala; dentro de sus artículos establece la necesidad de crear e implementar programas o proyectos de inversión pública para mitigar los efectos del cambio climático y ayudar al ordenamiento territorial de los departamentos y municipios.
- En Guatemala fue implementado, por medio del Acuerdo Gubernativo número 281-2015 la *Política nacional para la gestión integral de residuos y desechos sólidos*: cuyo fin primordial es “la gestión integral de los residuos y desechos sólidos en Guatemala, a través de la participación e involucramiento de los diversos sectores de la sociedad, partiendo del

principio del desarrollo sostenible y la responsabilidad compartida. La *Política nacional para la gestión integral de residuos y desechos sólidos* contempla el fortalecimiento a las municipalidades a través de apoyo a programas que favorezcan el manejo de residuos que involucren a la comunidad y a la minimización de la generación de desechos.

#### **2.4.1. Normativa internacional**

En el ámbito internacional, Guatemala es parte del *Convenio centroamericano sobre los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos* y del *Convenio De Basilea*, un acuerdo multilateral sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación. Ambos instrumentos establecen normativas internacionales sobre las prohibiciones y permisos referentes al traslado de desechos en su mayoría peligrosos, hacia países de la región centroamericana y otros países para diferentes usos o su disposición final. Dichos convenios también establecen formas de cooperación para la promoción del manejo correcto de los desechos y así obtener un mayor beneficio como región.

### **3. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

#### **3.1. Manejo de residuos de construcción y demolición en el municipio de Monjas, Jalapa**

La generación de residuos sólidos proviene en gran medida de las actividades de construcción de edificaciones para uso comercial o de viviendas, de obras públicas y privadas, de la actividad de urbanización y reformas, así como de la demolición de infraestructura. Estos residuos deben ser gestionados adecuadamente con el objeto de garantizar a los ciudadanos un medio ambiente en buenas condiciones para su disfrute y mejora en la calidad de vida.

La propuesta para este proyecto se presenta luego de analizar el contexto de la problemática del municipio en mención en cuanto al manejo de residuos sólidos provenientes de proyectos de infraestructura que se ejecutan en dicho territorio.

Este proyecto pretende convertirse en una guía para la administración municipal, para la futura implementación de un plan enfocado en el adecuado manejo de los desechos, que contribuya al ordenamiento y la movilidad dentro de su territorio, así como una optimización de recursos en los proyectos de construcción. Adicionalmente, este proyecto presenta una serie de recomendaciones para el manejo de los desechos y de esta manera acceder a estas opciones de aprovechamiento y ahorro de recursos.

### **3.2. Descripción del proyecto**

El municipio de Monjas es el marco geográfico para el diseño del presente proyecto. Su realidad expone un inadecuado manejo de residuos provenientes del sector de infraestructura, como resultado de un notable incremento en las construcciones de tipo domiciliar y comercial, principalmente.

Habiendo comprendido la situación actual, se definieron los objetivos a alcanzar, se trazaron una serie de acciones específicas a realizar para cumplir con ellos y obtener resultados de positivos.

Para el desarrollo e implementación de este proyecto se realizó un análisis de la normativa legal nacional anteriormente expuesta, respecto al manejo de desechos que permitan tanto la implementación de medidas en dicha materia, como para establecer las bases legales de tal manera que el municipio de Monjas, a través de las autoridades correspondientes pueda desarrollar su propia normativa municipal respecto al manejo de desechos generados por los proyectos de infraestructura.

En cuanto a la implementación de medidas y un correcto manejo de los residuos generados por la ejecución de proyectos de vivienda y de infraestructura en Monjas, Jalapa, se ha procedido a identificar, en primer lugar, los materiales utilizados y el tipo de residuos que generan con lo cual se podrá determinar el grado de peligrosidad de los materiales o residuos o bien, si estos no llegan a representar ningún tipo de riesgo. Posteriormente, se ha establecido el tipo de medidas para el manejo de los residuos o la forma de aprovechamiento que pueden tener.

La toma de decisiones desde la autoridad municipal hasta los propios generadores de residuos será determinante para permitir el aprovechamiento de dichos residuos por medio de la implementación de adecuadas medidas o alternativas para el manejo de los residuos generados.

En la parte económica, el ciclo de aprovechamiento de los residuos puede llegar a representar un ahorro de costos para los constructores ya que los desechos pueden reutilizarse de otra manera en los distintos proyectos en ejecución o en futuras infraestructuras.

El apropiado manejo de los residuos de construcción y demolición que se generan en el municipio de Monjas, inicia necesariamente con su recolección. Por ello, este proyecto contempla la implementación de un servicio de recolección de desechos para proyectos de infraestructura que se encuentre a cargo de la municipalidad, esto como una medida de control sobre el manejo de desechos, su aprovechamiento y/o la disposición final, según la alternativa elegida; que evita así la proliferación de vertederos clandestinos.

Por último, para la implementación del proyecto se ha contemplado la creación de un listado o más bien una recopilación de buenas prácticas en que contemple desde la fase de diseño hasta la ejecución de proyectos de infraestructura, de manera que la administración municipal cuente con diferentes lineamientos para minimizar la generación de desechos en los proyectos y su manejo en las obras, que contribuya con la imagen paisajística del municipio y al ordenamiento del espacio público.

El proyecto propuesto en este documento se compone de las siguientes acciones:

- Planificación
- Clasificación de los residuos y materiales
- Almacenamiento temporal en el lugar de la construcción
- Recolección y traslado de los residuos de construcción y demolición
- Alternativas para el manejo de residuos
- Disposición final de los residuos generados por construcción y demolición

### **3.3. Planificación**

El municipio de Monjas mantiene una actividad constante en cuanto a construcciones, la mayoría de estas son de inversión privada y de tipo vivienda familiar principalmente en el casco urbano; pero también se presenta un mercado de la construcción para comercios de pequeñas y medianas dimensiones, ubicados en zonas céntricas.

Las construcciones generan una considerable cantidad de residuos sólidos que pueden ser previstos desde la fase de planificación para la posterior toma de decisiones que determinen el fin de estos desechos según su nivel de aprovechamiento.

Por lo tanto, la planificación es una actividad de suma importancia para conocer la magnitud de la actividad de construcción o demolición que se realizará para hacer una estimación de la cantidad de residuos que se generarán por la obra; así como para determinar el espacio que involucran las obras, tomando en cuenta el paso de los vehículos y los espacios peatonales.

La planificación permitirá determinar si los residuos pueden ser dispuestos dentro de una misma zona o si, es necesario ubicarlos en sitios

especiales, debidamente protegidos de la dispersión y el arrastre en un lugar que las autoridades encargadas destinen para ello.

El manejo de los residuos debe planificarse bajo los criterios económicos en cuanto estos puedan representar un ahorro con su reutilización en otra obra; y ambiental para reducir los efectos negativos en el medio que rodea; así como una afectación en la movilidad de los ciudadanos.

En esta fase de planificación también se debe prever aspectos como:

- Acopio de los residuos sólidos
- Transporte de los desechos
- Tratamiento, reutilización y disposición final de los residuos

#### **3.4. Clasificación de los residuos y sus materiales**

A fin de que la municipalidad pueda adoptar medidas o establecer regulaciones en beneficio del manejo de los residuos, es necesario establecer la clasificación de materiales y residuos que se utilizan en la ejecución de los diferentes proyectos de infraestructura y los residuos. Determinar el tipo de residuos y la cantidad que se genera es importante para tomar una adecuada decisión y aplicación de medidas que se deben aplicar, por ejemplo, si se generan residuos peligrosos estos merecen un manejo especial.

Esta clasificación de los residuos puede realizarse según el punto 2.2.3 de este documento:

- Materiales pétreos: piedras, rocas naturales y sus derivados, roca caliza, el mármol, el granito, la pizarra y los áridos (piedras de diferentes tamaños).
- Cerámicos y vidrios: baldosas y azulejos, ladrillos refractarios, loza sanitaria, vidrio, lana de vidrio, ladrillos, bovedillas, tejas.
- Materiales compuestos: mortero (una mezcla de arena, cemento y agua), el hormigón, el hormigón impreso y las mezclas asfálticas.
- Materiales metálicos: procedentes del hierro, el acero y la fundición mientras los no ferrosos son el cobre y el aluminio.
- Materiales Plásticos: pvc, el poliestireno, melamina, poliuretano, entre otros.

### **3.5. Almacenamiento temporal en el lugar de la construcción**

Los residuos de las obras de construcción se generan constantemente, por ello mientras avanzan los trabajos estos deben ser almacenados en un lugar que haya sido destinado para este objeto, y que se encuentre dentro del espacio del proyecto. Los responsables de los trabajos de construcción deben asegurar que los escombros producidos permanecerán en dicha área el menor tiempo posible.

Será la administración municipal quien determine el plazo máximo de permanencia de los residuos, aunque se recomienda que este no exceda las 48 horas posterior a la terminación del proyecto de construcción con el fin de causar la menor afectación.

Para dar cumplimiento con la fase de almacenamiento temporal los responsables de la obra deben destinar previamente un espacio físico dentro de los límites de su proyecto y claramente señalizado para la carga y descarga de materiales y la acumulación de los escombros que surjan durante el avance de los trabajos.

### **3.6. Recolección y traslado de los residuos sólidos**

La recolección de los materiales deberá realizarse con las medidas de seguridad necesarias evitando su manipulación directa y su dispersión.

Por su parte, los vehículos que sean utilizados para el traslado de los residuos generados en las obras de construcción o demolición deberán estar en buenas condiciones para contribuir también, al cuidado del espacio público y el medio ambiente.

Los vehículos que realicen esta tarea deben poseer capacidad para transportar materiales pesados, en algunos casos delicados e inclusive peligrosos a fin de evitar cualquier pérdida o derrame de los materiales o residuos, los cuales deben, preferiblemente cubiertos para evitar su dispersión.

Se recomienda que el vehículo tenga un contenedor con las medidas de seguridad necesarias para cumplir con los aspectos anteriormente mencionados. Asimismo, un aspecto importante para esta actividad es la definición de las rutas que por las que se conducirán los vehículos, los horarios de menor afluencia vehicular para no causar un impacto negativo en el tránsito.

### **3.7. Alternativas para el manejo de residuos**

Conociendo la clasificación de los materiales utilizados en la ejecución de proyectos de infraestructura y el tipo de residuos que se generan, es necesario buscar alternativas para que el ente municipal realice una elección según el proyecto o los residuos generados la mejor opción de manejo para estos residuos.

Es importante que el manejo de los residuos que se generan ya sea por obras públicas u obras de carácter privado sea controlado por las autoridades municipales, de tal manera que se mantenga control sobre la disposición que se le dará a los residuos y con ello evitar malos manejos, la proliferación de vertederos clandestinos, así como el incremento de los impactos ambientales generados por la ejecución de proyectos.

Sin embargo, actualmente Guatemala no cuenta con leyes o regulaciones que establezcan una jerarquización de residuos, que determine las medidas o prioridades dentro de un plan que permita el correcto manejo de los residuos de construcción.

Con la finalidad de que la municipalidad de Monjas, Jalapa, cuente con las herramientas necesarias para el establecimiento de regulaciones relacionadas al manejo de residuos de construcción, se propone evaluar las diferentes alternativas para el destino final de los residuos o aprovechar su potencial de reutilización.

### **3.8. Disposición final de los residuos generados por construcción y demolición**

Para dar cumplimiento con la disposición final de los residuos, la administración local ha debido evaluar los tipos de residuos generados a través de su clasificación y determinar el valor de aprovechamiento que estos tienen. De esta manera, aquellos residuos que puedan entrar en la cadena de jerarquización serán llevados para continuarán su proceso hasta su reutilización, mientras los desechos que no posean más valor deberán ser dispuestos en zonas especialmente destinadas para este fin.

Para proceder con el destino final de los residuos es necesario que la autoridad municipal delimite un espacio físico en adecuadas condiciones para el almacenamiento de este tipo de materiales, idealmente estos espacios deberán ubicarse en aéreas lejanas a las zonas de vivienda y se afecte en la menor medida posible con el medio ambiente.

### **3.9. Propuesta para la implementación del proyecto manejo de residuos de construcción y demolición en el municipio de Monjas, Jalapa**

El proceso que siguen los residuos generados por la ejecución de proyectos de infraestructura, desde que se originan hasta su disposición final se le conoce como 'ciclo de vida de los residuos'.

En los municipios es una práctica común en la ejecución de obras civiles, que los residuos generados sean dispuestos fuera del área de la obra causando inconvenientes a los habitantes debido a la generación de polvo por la mala disposición de residuos, dando como resultado afecciones respiratorias,

además de invadir el espacio público en las calles del municipio, causando problemas de movilidad.

Por lo anterior y partiendo de la identificación de residuos, conociendo las alternativas para su manejo, se hace necesario que la municipalidad de Monjas, Jalapa, para realizar un adecuado manejo de los residuos, cuente con un método de recolección de residuos, con el objeto de realizar la clasificación de la mejor manera y elegir entre alternativas de manejo existentes según las necesidades de la municipalidad.

Este proyecto propone las directrices base de la implementación de un servicio de recogida de residuos generados por la ejecución de obras de infraestructura por parte de la municipalidad de Monjas, Jalapa.

Para la implementación de este proyecto se proponen las siguientes medidas, estas propuestas están basadas en las buenas prácticas para el correcto manejo de los residuos de construcción y demolición, así como en la clasificación de materiales y residuos de construcción y demolición y demás conceptos abordados para el proyecto.

### **3.9.1. Propuesta para almacenaje temporal de los residuos**

Para la implementación de un servicio de recogida de residuos por parte de la municipalidad de Monjas, se recomiendan las siguientes acciones:

- La municipalidad debe de disponer con un área destinada al almacenamiento temporal de los residuos, para realizar una correcta clasificación y posteriormente tomar decisiones sobre la alternativa de manejo que se elegirá para los residuos. Asimismo, la municipalidad

deberá promover entre los ejecutores de obra, el establecimiento de un área destinada al almacenamiento temporal de residuos dentro de la propia obra.

- Contar con contenedores o costales para el depósito de los residuos generados en las obras de infraestructura municipales y vivienda dentro del municipio, lo cual facilitará su recolección y su clasificación.

Figura 5. **Contenedores para el depósito de residuos**



Fuente: MARTÍNEZ BERTRAND, Carlos. *Gestión de residuos de construcción y demolición (RCDS): importancia de la recogida para optimizar su posterior valorización*. p. 54.

Estos contenedores pueden ser de diferentes capacidades según se requiera, siendo los más comunes de 3 metros cúbicos de capacidad hasta 8 metros cúbicos de capacidad. Existen contenedores de mayor capacidad que pueden ser utilizados en obras de grandes dimensiones. También, como parte del servicio, se propone la promoción de la utilización de estos contenedores entre los ejecutores de obras de carácter privado para el acopio temporal de los

residuos dentro de la obra para su posterior recogida a cargo del servicio municipal.

Figura 6. **Muestra de contenedores**



Fuente: Contenedores Molina S.L. *Muestra de contenedores*. [www.contenedoresmolina.com](http://www.contenedoresmolina.com).  
Consulta: 26 de marzo de 2019.

Figura 7. **Muestra de costales para residuos**



Fuente: Salmedina S.L. *Costales para residuos*. [www.salmedinatri.com.es](http://www.salmedinatri.com.es). Consulta: 26 de marzo de 2019.

- Además de contar con un área para el acopio temporal de residuos, y contenedores para el depósito de residuos, como parte del servicio, se propone que la municipalidad cuente con vehículos, ya sean de carga o camiones, para que se puedan transportar los contenedores o costales hacia el área dispuesta para el acopio temporal previo a elegir la alternativa para el manejo que se le dará a los residuos.

### **3.9.2. Propuesta de servicio de recogida de residuos**

En resumen, la propuesta de servicio de recogida de residuos generados por obras de infraestructura y vivienda en el municipio de Monjas, que se plantea en este proyecto es la siguiente:

- Los ejecutores de obras deberán solicitar a la municipalidad los contenedores o colocar costales según las necesidades para el acopio temporal de los residuos dentro de la obra. Se debe también promover entre los ejecutores de obra la separación de los residuos según su tipo.

La importancia de contar con un servicio de recogida de residuos radica en la implementación de una práctica que permita una adecuada clasificación de residuos, así como una correcta disposición de alternativas de manejo ya planteadas. Sin embargo, uno de los mayores beneficios se da al evitar la disposición de los residuos en las banquetas o calles del municipio, permitiendo una mejor movilidad y minimizando los impactos ambientales generados por la mala disposición de los residuos en los proyectos.

- Adquisición de contenedores o costales para la recolección y acopio: para el funcionamiento del proyecto, se propone que la municipalidad realice la adquisición de contenedores para el acopio y recolección de los

residuos de construcción y demolición en el municipio de Monjas, Jalapa. Estos contenedores pueden ser de diferentes medidas y materiales según las necesidades de los ejecutores de obras o de la administración municipal.

### **3.9.3. Propuesta para designar un área específica para el acopio de residuos de materiales de construcción y demolición**

Para la implementación del proyecto se propone la designación o establecimiento de un área específica para el acopio de los residuos de construcción, ya sea que la municipalidad realice la recogida de los residuos o los generadores de residuos hagan la entrega.

La importancia de contar con centro de acopio de los residuos de materiales de construcción y demolición, radica en contar con un área en donde se pueda realizar el acopio de los residuos, su separación y clasificación según la alternativa seleccionada por la administración municipal.

El municipio de Monjas, Jalapa, cuenta con un botadero municipal, en el cual se han remodelado las instalaciones y mejorado las formas de manejo de residuos sólidos.

Se propone que, para la implementación del proyecto, la administración municipal designe un área específica destinada para el acopio de residuos de construcción y demolición dentro de las instalaciones del botadero municipal.

El botadero municipal se encuentra en las afueras del casco urbano del municipio, en el caserío Agua Tibia.

Las coordenadas de ubicación del botadero son las siguientes: 14° 3' 00" N y 89° 51' 9" O.

Figura 8. **Localización del botadero municipal**



Fuente: Google Maps. *Botadero municipal*. [www.maps-google.com/](http://www.maps-google.com/). Consulta: 25 de marzo de 2019.

### **3.10. Buenas prácticas para el manejo de residuos de obras de infraestructura y vivienda**

Para facilitar el manejo de residuos generados en el municipio de Monjas, Jalapa, este proyecto plantea la necesidad de que la municipalidad promueva la realización de una serie de buenas prácticas en proyectos de infraestructura y vivienda, que vayan desde el desarrollo de estrategias comunicacionales hasta la adopción de normativas municipales.

Es importante contar con la realización de buenas prácticas, para que estas beneficien la prevención de la generación de residuos, y de la misma manera facilitar su manejo, además, de la generación de múltiples beneficios para el municipio en aspectos de movilidad, ordenamiento y en aspectos ambientales.

Implementar buenas prácticas y promoverlas entre los ejecutores de obras, además de los beneficios ya mencionados, contribuirá a una mejor ejecución de los proyectos del municipio, estableciendo parámetros de calidad en la ejecución de proyectos y, por ende, el beneficio de la población.

A fin de que la municipalidad cuente con una base para promover o implementar las buenas prácticas en el desarrollo de proyectos de infraestructura y vivienda en el municipio, enfocadas en el manejo de los residuos, este proyecto propone el siguiente listado de buenas prácticas en la ejecución de proyectos.

### **3.10.1. Análisis de la escorrentía del área propuesta para el acopio temporal de residuos de materiales de construcción y demolición**

Para establecer medidas precautorias para minimizar la contaminación de los suelos y cuerpos de agua cercanos a la zona en donde se propone disponer temporalmente los residuos, se hace un análisis de la escorrentía del lugar, para esto se calcula el caudal de la escorrentía por medio del método racional.

### 3.10.1.1. Método racional

El método racional supone la generación de escorrentía en una determinada cuenca a partir de una intensidad de precipitación uniforme en el tiempo, sobre toda su superficie. Es un método muy apropiado cuando la información disponible de la zona de trabajo de superficie no superior a 1 000 hectáreas no es muy exhaustiva. La expresión utilizada por el método racional es la siguiente:

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

Donde:

- Q: caudal máximo (m<sup>3</sup>/s).
- C: coeficiente de escorrentía.
- I: intensidad de la lluvia con duración igual al tiempo de concentración de la cuenca y con frecuencia igual al periodo de retorno seleccionado (mm/h).
- A: área de la cuenca (Ha).
- 360: factor de conversión para metros cúbicos por segundo.

Para obtener el coeficiente de escorrentía (C) se toma en cuenta el tipo de suelo del área, que en este caso es un suelo limo-arcilloso semipermeable, con pasto y vegetación ligera y su pendiente, que según el mapa de pendientes del MAGA la zona del municipio de monjas tiene una pendiente suavemente inclinada de entre 4 % y 8 %. Utilizando la siguiente tabla obtenida del *Manual de hidrología e hidráulica, MTC 2008*, se obtiene el coeficiente de escorrentía.

Tabla I. Coeficiente de escorrentía

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		> 50%	> 20%	> 5%	> 1%	< 1%
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba, grama	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicación. *Manual de hidrología e hidráulica, MTC* 2008. p. 50.

De la tabla, se tiene el valor de C es igual a 0,45.

Para obtener el valor de 'I' que es igual a la intensidad de lluvia en mm/hora se utilizaron los datos proporcionados por el Insivumeh en el *Informe de intensidades de lluvia en Guatemala* utilizando datos de la estación La Ceibita en el municipio de Monjas, Jalapa, la expresión está dada por:

$$i_{Tr} = \frac{A}{(B + t)^n}$$

Donde:

- Tr: período de retorno
- t: tiempo en minutos
- A, B y n: parámetros de ajuste mediante regresión no lineal

A continuación, se señalan los valores para un periodo de retorno de 25 años:

Tabla II. **Intensidad de lluvia**

LA CEIRITA								
<b>A</b>	1,360	2,080	1,509	1,835	1,825	1,815	1,805	1,795
<b>B</b>	15	19	11	11	11	11	11	11
<b>n</b>	0.845	0.879	0.813	0.836	0.833	0.83	0.827	0.822
<b>R2</b>	0.998	0.996	0.992	0.976	0.975	0.975	0.974	0.974

Fuente: Insivumeh. *Informe de intensidades de lluvia en Guatemala*. p. 33.

Para la obtención del valor 't', se utilizó la siguiente tabla en la cual se dan valores del tiempo de recolección en cuencas hidrográficas de diversos tamaños y pendientes: tomando como 500 metros la longitud máxima de la corriente y una pendiente del 5 %.

Tabla III. **Tiempo de acumulación de pequeñas cuencas hidrográficas**

Pendiente media de la cuenca (%)	0,05	0,1	0,5	1,0	2,0	5,0	10,0
Longitud máxima de la corriente (m)	Tiempo de acumulación (min)						
100	12	9					
200	20	16	8	6			
500	44	34	17	13	10	8	7
1000	75	58	30	23	18	13	10
2000	130	100	50	40	31	22	15
3000	175	134	67	55	42	30	22
4000	216	165	92	70	54	38	30
5000	250	195	105	82	65	45	35

Fuente: Schwab. *Tiempos y manipulación de cuencas hidrográficas*. p. 153.

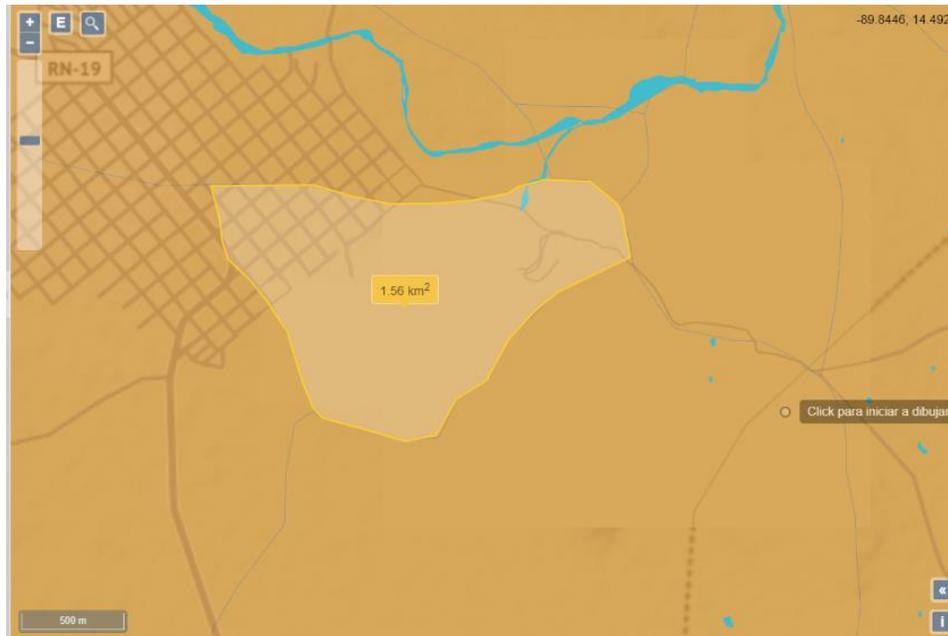
De esta manera se obtiene el valor de 't' que es igual a 8 minutos.

Entonces:

$$i_{25} = \frac{1825}{(11 + 8)^{0,833}} = 157,06 \text{ mm/hora}$$

Para obtener el área de la cuenca que afecta al lugar en donde serán dispuestos de manera temporal los residuos, se utilizaron los datos proporcionados por Segeplan en su sistema de información geográfica en relación a las cuencas hidrográficas del país, el cual muestra que la subcuenca que abarca el punto de ubicación del terreno es de 1,56 kilómetros cuadrados que es igual a 156 hectáreas.

Figura 9. Área de subcuenca



Fuente: Segeplan. *Sistema Nacional de Información Territorial, SINIT.*

<http://www.segeplan.gob.gt/nportal/index.php/servicios/sistemas-en-linea/sinit>. Consulta: 26 de marzo de 2019.

Por lo tanto:

$$Q = \frac{0,45 * 157,06 * 156}{360} = 30,63 \text{ m}^3/\text{s}$$

### 3.10.2. Alternativas de uso para los residuos de construcción y demolición

Este proyecto sugiere que idealmente se cuente con un plan para el aprovechamiento de los residuos recopilados y debidamente clasificados, el

cual se utilice como guía para evaluar los componentes y el estado de los residuos para determinar aquellos que son reusables, por ejemplo:

- Residuos de madera: estos residuos muchas veces son procesados para producir combustible para calderas y, dependiendo su categorización pueden utilizarse para cubrimiento de paisajismo, vertederos y compostaje de los fangos de plantas de tratamiento de aguas residuales. La fracción fina se utiliza para compostaje y enmiendas del suelo. La viruta en polvo y las astillas pequeñas y limpias son muy deseadas como lechos para animales.
- Residuos de concreto: los residuos de este material pueden disponerse para ser reutilizados en rellenos sanitarios así como la recuperación de terrenos y diques.
- Residuos de asfalto: los residuos de asfalto son generados por la propia actividad de pavimentación de calles, puentes o carreteras por lo que, la mayor parte del pavimento reutilizado se procesa para formar una capa de base de carretera, pero hasta el 40 % puede incluirse en nuevos pavimentos.
- Residuos de metales: comúnmente los residuos de hierro o acero son recuperados para fundirse y ser aprovechados. Otros residuos de este tipo como aluminio, puertas, barandas y otros pueden venderse como chatarra.
- Residuos de hormigón: estos también provienen de la cimentaciones o carreteras. A través de su procesamiento junto con el asfalto para ser reutilizado como base en las carreteras.

### **3.10.3. La deconstrucción como alternativa para la reducción de residuos**

La gran mayoría de las obras de construcción que hoy en día se realizan deben ser entregadas bajo estándares de calidad, pero en el menor tiempo posible para cubrir las altas demandas sociales. Por su parte, previo a la fase de construcción, muchas son las infraestructuras que deben pasar por la fase de demolición para dar lugar a la nueva edificación; sin embargo, esta fase es realizada con rapidez y sin distinción de los residuos que se habrán de generar.

Como contrapuesta a la demolición se encuentra la deconstrucción, y aunque es un concepto relativamente nuevo, se puede describir como una nueva técnica que permite un manejo alternativo de residuos a largo plazo; es decir, utilizando el desmantelamiento de las infraestructuras para recuperar la mayor cantidad de residuos posibles y en mejores condiciones.

Según la autora Ana Leandro el proceso de recuperación tiene que ser bien planificado para que la remoción de materiales se lleve a cabo de manera segura y sin que afecte el proceso de demolición”, para lo cual la técnica de la deconstrucción puede ser una buena opción que sugiere el presente proyecto.

### **3.10.4. Propuesta sobre la creación de una ordenanza o acuerdo municipal para el adecuado manejo de los residuos de construcción y demolición**

Para la implementación del proyecto, se propone la creación de una ordenanza o acuerdo municipal relacionada al manejo integral de residuos en el municipio.

La creación de esta ordenanza o acuerdo municipal permitiría establecer una base legal para regular todos aquellos ámbitos de aplicación en la materia; es decir, las etapas de la gestión integral desde generación, clasificación, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos en el municipio de Monjas, sus aldeas y comunidades.

Con ella, sería posible regular cuál es la instancia de la administración municipal encargada de favorecer el cumplimiento de los objetivos propuestos en cuanto al manejo de los residuos; evaluar y dar seguimiento a todas las actividades relacionadas al manejo de residuos; establecer métodos de control y sanciones si así se considera.

Contar con una reglamentación municipal sobre la temática, significa también se puede regular aquellos casos en los que existan denuncias para que en el municipio se promueva una cultura de gestión de residuos, no solamente de construcción o demolición, sino también de residuos sólidos en general.

Con esta ordenanza o acuerdo municipal se identificaría a los actores involucrados en el municipio referente a la generación de residuos de construcción y demolición y, por lo tanto, se empezaría a tener un control sobre quiénes y cómo se generan residuos; también, las formas de manejo de residuos en los proyectos de vivienda o de infraestructura del municipio, estableciendo lugares de entrega o recogida de residuos y demás medidas que aporten un mejor control y manejo de los residuos de construcción y demolición.

### **3.10.5. Capacitación a todo el personal municipal**

La correcta implementación del proyecto requiere contar con personal capacitado para la separación de los residuos y el correcto manejo de los materiales. Ante esto se propone la contratación de personal o capacitar personal contratado en temas de gestión de residuos.

Las capacitaciones deberán ser enfocadas en ayudar a entender al trabajador la problemática generada por el mal manejo de los residuos, en este caso de construcción y demolición. Las capacitaciones también deben enfatizar la definición de los tipos de residuos de materiales de construcción y demolición y el tratamiento que se les da a los mismos, según las diferentes alternativas existentes.

Se sugiere que los cursos de capacitación estén dirigidos al manejo integral de los residuos para contribuir al mejoramiento de los espacios urbanos, la movilidad y el ambiente que nos rodea. Las capacitaciones deben tener como objetivo abordar temas como:

- Clasificar adecuadamente de los residuos generados por actividad de construcción y demolición.
- Identificar el estado en que se encuentran los residuos generados.
- Identificar aquellos residuos que pueden aprovecharse a través del reciclaje y la reutilización.
- Señalización para el resguardo de la seguridad de las personas y para el manejo de residuos.

- Identificación de las áreas donde deben quedar localizados los centros de acopio.

### **3.10.6. Promoción y sensibilización**

Es importante que tanto el personal de la administración municipal y la población en general de Monjas conozcan acerca del manejo de residuos generados por actividades de construcción.

Para ello, se sugiere que la autoridad del municipio diseñe y promueva una campaña sobre dicha temática, especialmente, con personas individuales y empresas que se dedican a la actividad de construcción. Esto permitirá que se planifique la disposición y destino final de los residuos generados e idealmente, que se produzca el mínimo de dichos residuos.

### **3.10.7. Buenas prácticas propuestas en fase de diseño o planificación**

Este proyecto propone el siguiente listado de buenas prácticas propuestas enfocadas en beneficio del manejo de residuos para la fase de diseño o planificación en proyectos a ejecutarse en el municipio de Monjas:

- Prever que el área donde se ejecutará el proyecto cuente con zonas delimitadas para la disposición de los materiales, que no invadan el espacio público.
- El proyecto deberá contar en el diseño con zonas específicas para la colocación de contenedores o costales para los residuos generados durante la fase de construcción.

- El diseño de los proyectos debe cumplir con todos los requerimientos ambientales existentes en las leyes guatemaltecas.
- Promover la revisión de los estándares de calidad de los materiales a utilizar.
- Que, en la medida de lo posible, para las acciones en las que sea factible, se deberá especificar durante la fase de diseño la utilización de materiales reciclados, pudiendo ser para nivelación de terreno u otros.
- Anticipar en el diseño del proyecto la reducción en el uso de materiales que generen residuos peligrosos.
- En caso de utilizar materiales peligrosos, debe anticiparse desde la fase de diseño el establecimiento de un área para almacenarlos atendiendo las indicaciones del fabricante.
- Promover la utilización de materiales prefabricados para minimizar la generación de residuos.
- Promover la investigación de la utilización de materiales hechos con material reciclado para cumplir con las alternativas de manejo y el ciclo de vida de los residuos.
- Los proveedores de materiales deben cumplir con medidas que eviten el esparcimiento de materiales en su transporte.

- Incluir en los costos del proyecto, la compra de equipo de protección personal para los trabajadores, para que puedan realizar de manera correcta el manejo de los residuos.

### **3.10.8. Buenas prácticas propuestas en fase de ejecución**

Se propone en este proyecto una serie de buenas prácticas en la fase de ejecución del proyecto enfocadas al manejo de residuos generados en obras de infraestructura y vivienda en el municipio de Monjas:

- Contar con contenedores o costales para el depósito de los residuos, el tamaño de los contenedores o costales según la cantidad de residuos que la ejecución de la obra genere.
- Realizar la clasificación de los residuos generados según su tipo y disponerlos en contenedores o costales específicos, de manera temporal hasta su recogida.
- Crear un registro de las cantidades generadas de residuos, idealmente un registro según el tipo de residuo.
- Supervisar durante la fase de ejecución, que los residuos sean vertidos adecuadamente en los contenedores o costales, de manera que no se mezclen y pueda optimizarse su uso.
- Seguir las instrucciones de manejo de los materiales en su etiquetado, relacionadas al correcto almacenamiento de los materiales para evitar un mal almacenamiento y generar residuos.

- Realizar supervisiones de portación del equipo de protección personal de los trabajadores para el correcto manejo de los residuos.
- Capacitar periódicamente durante la fase de ejecución a los trabajadores en temas de manejo de residuos, preferentemente capacitar a los trabajadores en el concepto de las 3R (reducir, reciclar y reutilizar).
- Contar con una correcta señalización en las áreas en donde se realice la manipulación de materiales, para evitar invadir el espacio público y generar residuos fuera del área de la obra, y no afectar la movilidad.
- De preferencia colocar los materiales como arena o grava en lugares de base dura para evitar desperdicios.
- Los residuos provenientes de aceites, combustibles y otros utilizados en maquinaria durante la ejecución de proyectos, deberán ser almacenados en latas o contenedores del mismo tipo, previo a elegir la alternativa de manejo correspondiente.
- Realizar limpieza diaria del área del proyecto para evitar la acumulación de residuos de materiales.
- Procurar la reutilización de materiales cortados en obra como ladrillos, azulejos, alambre y otros, para lo cual se recomienda almacenarlos apropiadamente para su reutilización.
- En caso que el volumen de los residuos generados en los proyectos de demolición sea mayor a lo estipulado y se haga necesario utilizar el espacio público para la colocación de contenedores, se deberá solicitar a

la municipalidad los contenedores o costales y la correspondiente autorización de la utilización del espacio público.

- En proyectos de demolición cuando se retiren materiales que sean peligrosos, como por ejemplo el asbesto, se deberán retirar previo a la demolición y ser almacenados en un lugar seguro. Para su disposición final se deberá consultar a las autoridades competentes.
- Promover con los ejecutores de obra la limpieza de los contenedores utilizados para el cemento, arena y otros materiales, para evitar la acumulación de residuos. También, se deberá disponer de un área para el almacenamiento de dichos contenedores.
- Recomendar a los ejecutores de obras dar seguimiento al funcionamiento de las medidas adoptadas, según se considere pertinente, sobre el manejo de residuos. Este seguimiento puede realizarse de manera mensual o quincenal.
- La municipalidad deberá realizar supervisiones periódicas a los proyectos en ejecución sobre el cumplimiento de las buenas prácticas, mismas que también tendrá que promover.

### **3.11. Evaluación de impacto ambiental**

Según la definición del *Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental, Acuerdo Gubernativo Número 137-2016* del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala, el estudio de evaluación de impacto ambiental, EIA, es el documento técnico que permite identificar y predecir, con mayor profundidad de análisis, los efectos sobre el ambiente que ejercerá un

proyecto, obra, industria o actividad que por sus características se ha considerado como de moderado y de alto impacto ambiental potencial o riesgo ambiental.

Este proyecto pretende colaborar con la administración municipal proponiendo herramientas para una mejor gestión de los residuos generados por obras de infraestructura y vivienda; busca también minimizar los impactos ambientales generados por las mencionadas actividades en el municipio.

A continuación, se presentan los factores ambientales que se ven afectados por la propuesta de proyecto:

- Aire: el factor aire será impactado de manera positiva al implementar áreas específicas para el acopio de materiales, su manipulación y áreas específicas de acopio de residuos todo dentro del área del proyecto; de esta manera el impacto ambiental generado por partículas en suspensión se verá disminuido.
- Suelo: la propuesta de este proyecto pretende que los ejecutores de obras civiles dentro del municipio implementen diferentes medidas para el acopio de materiales, residuos de construcción y demolición y, a su vez residuos sólidos comunes; de esta manera se busca minimizar el impacto ambiental que es generado por los empaques de los materiales, empaques de basura común que sin un control son dispuestos de manera directa en el suelo, y por la manipulación de materiales.
- Agua: se busca que el recurso hídrico del municipio se vea beneficiado con un correcto manejo de residuos de construcción y demolición, adoptando medidas que minimicen el impacto ambiental en las aguas

subterráneas al manipular materiales de construcción de manera directa en el suelo, y de igual manera se pretende proteger a los cuerpos de agua superficiales del municipio para evitar la proliferación de botaderos clandestinos cercanos a estos y que se ven afectados por la disposición de empaques, plástico y demás residuos generados por la ejecución de proyectos de construcción y demolición.

- Biodiversidad: con el correcto manejo de residuos de construcción y demolición se espera disminuir los efectos negativos a la flora y fauna del municipio, con la definición de áreas específicas para la manipulación de materiales y para el correcto acopio de materiales y sus residuos; se espera que las especies convivan de una mejor manera con los proyectos a ejecutar dentro del municipio.
- Medio Socioeconómico: la sociedad monjeña con la propuesta de proyecto verá un beneficio en su movilidad al implementar medidas en las que no se obstruyan las calles, o se pueda invadir el espacio público por el mal manejo de residuos de construcción y demolición o por la mala disposición de los materiales utilizados en la ejecución de obras civiles. También, se busca que residuos no se dispersen por las calles del municipio; se busca limpieza y dar una mejor imagen del municipio. Se busca, además, que el municipio tenga en la medida de lo posible retorno o ahorro económico con la selección de diferentes alternativas para los residuos de construcción y demolición.

### **3.12. Problemática por residuos de construcción y demolición**

Un inadecuado manejo de los residuos producidos por actividades de construcción o bien en casos de demolición, pueden ocasionar una serie de dificultades sobre todo en cuanto a impacto ambiental se refiere.

- Contaminación medio ambiental: principalmente en actividades de demolición la contaminación puede ocasionar efectos negativos en el ambiente ya que gran parte de los residuos han generado contaminación en ríos, lagos, incluso océanos, así como en la mala calidad del aire. Debido a la alta demanda de construcción en la actualidad, la explotación de los recursos naturales y la extracción minera generan residuos producidos por estas actividades los cuales muchas veces son depositados en espacios públicos, bosques, mares y otros lugares naturales que con el paso del tiempo destruyen los recursos naturales y provocan la contaminación del aire.
- Líquidos y olores: existen materiales utilizados en las actividades de construcción que contienen material peligroso o líquidos los cuales pueden derramarse en los espacios públicos donde se realiza la edificación o bien cerca de los recursos naturales de consumo humano.

### **3.13. Oportunidades económicas del manejo de RCD**

Uno de los mayores ejemplos de buenas prácticas en el manejo de residuos de construcción y demolición se da en Europa, donde la normativa permite un correcto manejo de los residuos generados por las actividades de construcción y demolición desde la prevención de su generación lo cual

representa una oportunidad de crecimiento económico especialmente para los productores de materiales y los constructores.

- Ahorro: para el productor de materiales lo que significa que se invierte menos dinero. Así también para el consumidor, al momento de comprar menos cantidad de materiales y realizar un mejor aprovechamiento de lo existente.
- Transporte: cuando existe un manejo adecuado de los residuos desde su prevención puede reducirse los costos de transporte.
- Nuevas industrias: para prevenir excedente generación de residuos se requiere la implementación de nuevas tecnologías a través de la innovación, lo que da lugar a la aparición de nuevas industrias especializadas en dichas prácticas.
- Impacto ambiental: los beneficios económicos también pueden percibirse a través de la minimización de los efectos negativos en el medio ambiente generados por ejemplo por el transporte y permitir unas mejores condiciones de los recursos naturales.

### **3.14. Casos de éxito a nivel internacional sobre el manejo de residuos de construcción y demolición**

El mundo se encuentra ante la titánica tarea de contrarrestar los efectos del cambio climático provocado también por un inadecuado manejo de residuos de todo tipo incluidos aquellos que provienen de la construcción civil y una de las acciones para mejorar esto es fomentar una cultura de un adecuado manejo de residuos.

Lamentablemente Guatemala no es un país modelo en la experiencia sobre el manejo de los residuos por construcción y demolición como tampoco lo es América Latina, región que en su mayoría no tiene una normativa *ad hoc* para el tratamiento de esta problemática.

Sin embargo, cabe destacar a Brasil como uno de los pioneros regionales al ser el primer país de América Latina que cuenta con una legislación en cuanto a los residuos de construcción lo que lo llevó a instalar una planta de reciclaje en el año 2002. Dicha planta de reciclaje se encarga de procesar los residuos de obras de construcción, algo que han replicado varias ciudades como Belo Horizonte y Sao Paulo, entre otras. Posteriormente, en 2004, México pone en marcha la primera planta de tratamiento de este tipo de residuos ubicada en la ciudad de México.

En Estados Unidos, la USEPA (*US Environmental Protection Agency*) realiza una proyección de los residuos que generan las obras de construcción civil a partir de la superficie construida, pero no toma en cuenta si la edificación es nueva o antigua, si es para uso residencial o industrial, lo cual dificulta obtener un dato más certero.

Por su parte, Asia tiene como ejemplos a Corea del Sur y Japón, países que han puesto en práctica la concienciación sobre el uso de los recursos naturales, la construcción sostenible y la prevención de generación de residuos de construcción y demolición.

La Unión Europea ha creado una normativa al respecto, delimitando el catálogo de residuos EWC, *European Waste Catalogue*, el cual establece una categorización de los residuos de construcción y demolición. A pesar de

ello existen países europeos que alcanzan menos del 10 %, mientras otros llegan hasta 90 % de reciclaje y recuperación de residuos.

Para la implementación de un proyecto de este tipo es de gran beneficio considerar las buenas prácticas a nivel internacional que se han implementado sobre el manejo de residuos de construcción y demolición, con la finalidad de adaptar aquellos aspectos que puedan aplicarse en Guatemala.

## CONCLUSIONES

1. Se ha podido constatar que, ante la creciente actividad de obras de infraestructura, el municipio de Monjas no cuenta con una planificación para el manejo de residuos de construcción y demolición, a donde puedan dirigirse los residuos generados en el municipio.
2. En el municipio de Monjas, Jalapa, y en sus cercanías no existen instalaciones de plantas de tratamiento de residuos sólidos, ni otro tipo de proyecto especializado en el tratamiento de residuos de materiales de construcción y demolición.
3. Se pudo comprobar la ausencia de una cultura sobre el manejo de residuos de construcción y en especial de demolición en la población, ya que frecuentemente es posible visibilizar el depósito residuos de demolición en las calles obstaculizando el espacio público.
4. Se considera un buen avance por parte de la administración municipal, el apoyo al funcionamiento de la Oficina Forestal y de Medio Ambiente para la implementación de acciones en beneficio de la conservación del municipio y sus recursos.
5. Se ha podido observar que la administración municipal puede presentar dificultades económicas y técnicas para la implementación de planes o proyectos en relación al manejo de residuos en general.

6. El municipio de Monjas, Jalapa, presenta un nicho de oportunidad para la implementación de proyectos sobre un adecuado manejo de residuos generados por actividades de construcción y demolición, ya que cuenta con espacios para el acopio temporal de residuos con oportunidad de mejoras.
7. Tomando en cuenta el análisis de la escorrentía del lugar propuesto para el acopio de residuos de manera temporal se concluye que, es necesario plantear por parte de la administración municipal mejoras a las instalaciones del botadero municipal, acompañado de un plan de manejo para los residuos sólidos que se depositan en dicho lugar.
8. La ausencia de una normativa nacional específicamente sobre el manejo de residuos que incluya también residuos de construcción y demolición genera una falta de control por parte de las autoridades sobre la disposición de dichos residuos y su tratamiento.
9. El manejo de residuos de construcción y demolición en el municipio de Monjas, Jalapa, puede beneficiar tanto de manera económica al municipio como en la salud de sus pobladores, que evita focos de contaminación debido a vertederos clandestinos.
10. Es posible concluir que, con base en lo presentado en este proyecto, se presentan propuestas viables y de acuerdo a la realidad del municipio para su implementación.

## RECOMENDACIONES

1. Implementar por parte de la administración municipal, de un plan de ordenamiento territorial el cual ayudará a identificar de manera eficiente aquellos lugares en donde se recogerán los residuos para evitar su proliferación.
2. Sugiere que la administración municipal fortalezca las acciones en relación con el manejo de residuos, especialmente los provenientes de proyectos construcción y demolición, a través de la implementación de planes de manejo específicos.
3. El presente proyecto propone que la administración municipal establezca un reglamento o una guía municipal de construcción para definir las obligaciones y responsabilidades de los agentes involucrados en proyectos de infraestructura dentro del municipio.
4. A través de la guía o reglamento antes mencionado, es posible que la administración municipal solicite la evaluación ambiental de los proyectos u obras de construcción y demolición a sus ejecutores.
5. Fomentar las alianzas interinstitucionales de manera que se establezcan acuerdos de colaboración para el desarrollo e implementación de acciones que permitan un adecuado manejo de los residuos de construcción y demolición.

6. Promover la implementación de proyectos de reciclaje de residuos generados de la actividad de infraestructura, que involucre a la comunidad y a las empresas privadas.
7. Desarrollar una estrategia de educación sobre la generación de residuos, para lograr en la población un entendimiento sobre el problema de un mal manejo de residuos y sus efectos en la salud y en la movilidad del municipio.
8. Impulsar la creación de plantas de tratamiento, tanto de residuos sólidos como de aguas residuales para aprovechar el valor de los residuos y contribuir con la disminución de la contaminación de los recursos naturales del municipio.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Área Tecnología. *Materiales para construcción*. [En línea]. <<http://www.areatecnologia.com/tutoriales/materiales%20para%20la%20construccion.htm>>. [Consulta: 10 de abril de 2019].
2. Bibliotecas UDLAP. *Residuos y desechos*. [En línea]. <[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/mgc/cortina\\_r\\_jm/capitulo5.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mgc/cortina_r_jm/capitulo5.pdf)>. [Consulta: 10 de abril de 2019].
3. CHICA, A. M. *Servicio Hidrológico Nacional de El Salvador*. El Salvador: SHN, 2014. 191 p.
4. Climate-Data.org. *Datos del clima*. [En línea]. <<https://es.climate-data.org/info/sources/>>. [Consulta: 10 de abril de 2019].
5. Cms.data. *Guía de manejo de escombros y otros residuos de la construcción*. [En línea]. <[https://cmsdata.iucn.org/downloads/guia\\_escombros\\_baja.pdf](https://cmsdata.iucn.org/downloads/guia_escombros_baja.pdf)>. [Consulta: 10 de abril de 2019].
6. *Construmática. Residuos generados en las obras de construcción*. [En línea]. <[https://www.construmatica.com/construpedia/Residuos\\_Generados\\_en\\_las\\_Obras\\_de\\_Construccion](https://www.construmatica.com/construpedia/Residuos_Generados_en_las_Obras_de_Construccion)>. [Consulta: 10 de abril de 2019].

7. Coppini, M. V. *Geo innova*. [En línea]. <<https://geoinnova.org/blog-territorio/gestion-residuos-construccion-demolicion/>>. [Consulta: 10 de abril de 2019].
8. CUJCUY YOOL, M. R. *Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión. Municipio de Monjas, departamento de Jalapa*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 244 p.
9. DeGuate. *Municipio de Monjas, Jalapa*. [En línea]. <<http://www.deguate.com/municipios/pages/jalapa/monjas/organizacion.php>>. [Consulta: 10 de abril de 2019].
10. ELIAS CASTELLS, Xavier. *Generalidades, conceptos y origen de los residuos*. España: Ediciones Díaz de Santos, 2004. 292 p.
11. FERRANDO SÁNCHEZ, Mario; GRANERO CASTRO, José. *Gestión y minimización de residuos*. España: Fundación Confemetal, 2007. 129 p.
12. LEANDRO HERNÁNDEZ, A. G. *Administración y manejo de los desechos en proyectos de construcción*. Costa Rica: Escuela de ingeniería en construcción, 2007. 102 p.
13. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala. *Política nacional para la gestión integral de residuos y desechos sólidos*. Guatemala: Segeplan, 2015. 95 p.

14. Nacional, I. G. *Diccionario geográfico de Guatemala, tomo II*. Guatemala: Segeplan, 1978. 190 p.
15. RAMIREZ DURÁN, D. F.; SOSA CHAPARRO, A. *Formulación de alternativas de manejo para residuos de construcción y demolición (rcd) para la ciudad de Bogotá*. Bogotá: Universidad de La Salle, 2006. 230 p.
16. Recytrans. *La gestión de residuos*. [En línea]. <<https://www.recytrans.com/blog/la-gestion-de-residuos/>>. [Consulta: 10 de abril de 2019].
17. ROCHA OSORIO, Cristian. L. *Aprovechamiento y revalorización de residuos de la construcción y demolición generados por un evento adverso para la construcción de obras civiles sostenibles. Monografía*. Colombia: Universidad Católica de Manizales, 2015. 68 p.
18. SÁEZ, Paola. V. *Sistema de gestión de residuos de construcción y demolición en obras de edificación residencial. Buenas prácticas en la ejecución de obra*. España: Universidad Politécnica de MAdrid, 2014. 215 p.
19. Segeplan. *Análisis territorial*. Guatemala: Segeplan, 2009. 192 p.

