



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

**“DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE
CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD) EN LA CIUDAD DE
MÉRIDA, YUCATÁN”**

TESIS

PRESENTADA POR:

ING. JORGE BERNARDO TUYUB SÁNCHEZ

EN OPCIÓN AL GRADO DE:

**MAESTRO EN INGENIERÍA
OPCIÓN CONSTRUCCIÓN**

**MÉRIDA, YUCATÁN, MÉXICO
2019**

“Aunque este trabajo hubiere servido para el examen de grado y hubiere sido aprobado por el H. Sínodo, sólo su autor es responsable de las doctrinas emitidas en él”.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología por su apoyo y patrocinio al brindar los recursos necesarios para realizar mis estudios de posgrado y concluir con la presente investigación.

Agradezco a la Universidad Autónoma de Yucatán, máxima casa de estudios de nuestro Estado que me ha transferido sus valores y principios éticos y profesionales sobre los cuales se ha basado mi desarrollo profesional y continuaré persiguiendo en lo sucesivo.

De manera especial agradezco a la Facultad de Ingeniería, a mi asesor y profesores por su apoyo y ánimo durante este proyecto tan importante en mi vida el cual llega a su fin.

RESUMEN

En la ciudad de Mérida se ha mantenido un constante crecimiento de la mancha urbana en los últimos años, por lo que la construcción de edificios diversos ha ido en aumento, llegando a verse inclusive la construcción de edificios de gran altura con mayor frecuencia; también es un hecho común que las acciones de construcción, renovación y demolición que son realizadas crean residuos que ocasionan problemas como el incremento en los costos del proyecto y generar contaminación al ambiente.

Existen actualmente estrategias y mecanismos para gestionar de manera óptima los residuos de construcción y demolición (RCD) con el objetivo de disminuir sus impactos negativos. Sin embargo, en Mérida no existen los suficientes estudios realizados sobre residuos de construcción y demolición; por lo que antes de implementar o crear un plan de manejo que permita gestionar de manera adecuada los RCD en la región, es necesario conocer la situación actual de los residuos generados en obras y cómo estos son tratados actualmente.

Ante lo anterior surge la necesidad de realizar un diagnóstico de la gestión de los RCD en la ciudad de Mérida, Yucatán; con el fin de conocer qué acciones son realizadas para gestionar, controlar y reducir la generación de residuos.

Inicialmente se realizó una búsqueda de información relacionada con el tema de investigación el cual indicase las acciones e implementaciones que se han realizado en México y otras partes del mundo sobre la gestión de residuos de construcción y demolición, lo que llevó a clasificar la información en dos escenarios: gestión de RCD dentro de las obras y gestión de RCD fuera de las obras.

Una vez realizada la investigación bibliográfica se seleccionaron y examinaron seis sistemas de gestión de RCD elegidos de México y diversos países. La revisión de los seis sistemas de gestión fue utilizada para seleccionar las buenas prácticas en materia de gestión de RCD que pudieran ser aplicadas dentro y fuera de las obras; de esta forma se obtuvo la información para luego determinar las herramientas necesarias para la recolección de datos tales como la observación y la entrevista.

Para este trabajo de investigación se muestrearon cuatro obras de edificación que tuvieran elementos constructivos colados en sitio; el motivo se debió a que este tipo de obras genera más variedad de residuos en sus diferentes etapas constructivas. Otra característica de las obras seleccionadas fue que cumplieran con una superficie de construcción de entre 350 a 10 mil metros cuadrados, ya que según lo establecido por la norma oficial mexicana encargada de las condiciones de seguridad y salud en el trabajo, a partir de este tamaño se solicita que se realicen análisis de riesgos potenciales en materia de seguridad y la elaboración de sistemas de seguridad y salud en la obra; además de que muchos de los riesgos están relacionados con el manejo de RCD.

Dentro de dichas obras se realizaron las respectivas observaciones sobre las acciones realizadas referentes al tema de los residuos de construcción y entrevista a los responsables de cada una de las obras para conocer su percepción sobre el manejo de los RCD.

Fuera de las obras se realizaron observaciones sobre el transporte y destino final de los residuos de construcción y se realizó una entrevista al encargado del área de desarrollo urbano y medio ambiente del gobierno del Estado de Yucatán.

Adicional a esto se realizaron observaciones en un edificio en demolición con el objetivo de conocer si existen prácticas de gestión de residuos utilizadas en lo que se conoce con el término de demolición selectiva.

Los datos obtenidos en este estudio, junto a la revisión de los seis sistemas de gestión de RCD, fueron analizados a través del método de triangulación, el cual consiste en buscar coincidencias y discrepancias entre cada uno de éstos y relacionarlos entre sí mediante las buenas prácticas identificadas.

Con los análisis realizados se detectaron que las obras de construcción que sirvieron para la muestra de estudio no siguen un plan de manejo de RCD, sin embargo, se detectó la realización algunas buenas prácticas de forma reactiva. La inexistencia de un sistema de gestión de RCD en las obras se debe a que a las constructoras no se

les exige la implementación de algún plan de manejo de residuos ya que aquí en la región es muy reciente la incursión sobre la temática.

El comportamiento y hábitos de los constructores y trabajadores frente a los RCD está sujeto, en su mayoría, a un tradicionalismo en sus labores, lo que ocasiona que difícilmente se acepten ideas o métodos de control de residuos de construcción que rompan con su rutina en la construcción y el querer ahorrar costos en deshacerse de estos residuos optan por la vía más fácil de gestionarlos sin medir las consecuencias que esto conlleva.

Por último, las inefectivas instancias de vigilancia y control en las obras por parte de las autoridades de la región, y de los responsables de obra causa que se carezca de una regularización adecuada de los problemas de residuos de construcción, puesto que no se puede ver si se cumplen por completo las buenas prácticas.

ABSTRACT

In Merida city has maintained a steady growth of the urban sprawl in recent years, so that the construction of various buildings has been increasing, even including the construction of high-rise buildings more frequently; It is also a common fact that the actions of construction, renovation, and demolition that are carried out create waste that causes problems such as the increase in the costs of the project and generates pollution to the environment.

There are currently strategies and mechanisms to optimally manage construction and demolition waste (CDW) to reduce its negative impacts. However, in Merida there are not enough studies carried out on construction and demolition waste; therefore, before implementing or creating a management plan that allows the CDW to be properly managed in the region, it is necessary to know the current situation of the waste generated in works and how they are currently treated.

Given the above, there is a need to make a diagnosis of the management of CDW in the city of Mérida, Yucatán; to know what actions are taken to manage, control and reduce the generation of waste.

Initially, a search was made of information related to the research topic which indicated the actions and implementations that have been carried out in Mexico and other parts of the world on the construction and demolition waste management, which led to classifying the information into two scenarios: CDW management within the building works and CDW management outside the building works.

After carrying out the bibliographic research, six CDW management systems chosen from Mexico and several countries were selected and examined. The review of the six management systems was used to select good practices in CDW management that could be applied inside and outside the building works; in this way, the information was obtained to then determine the necessary tools for data collection such as observation and interview.

For this research work, four building works were sampled with construction elements cast on site; The reason was that this type of works generates more variety of waste in

its different construction stages. Another feature of the selected works was that they complied with a construction surface of between 350 and 10 thousand square meters, since according to what is established by the official Mexican regulation in charge of safety and health conditions at work, from this size it is requested that analyzes of potential risks in terms of safety and the elaboration of safety and health systems in the work be carried out; besides that many of the risks are related to the handling of CDW.

Within these building works, the respective observations were made on the actions carried out regarding the topic of construction waste and interviews with those responsible for each of the building work to know their perception about the WCD management.

Outside the building works, observations were made on the transport and final destination of construction waste and an interview was held with the head of the urban development and environment area of the Yucatan State government.

Also, observations were made in a demolition building to know if there are waste management practices used in what is known as selective demolition.

The data obtained in this study, together with the review of the six CDW management systems, were analyzed through the triangulation method, which consists of finding coincidences and discrepancies between each of them and relating them to each other through good practices identified.

With the analyzes carried out, it was detected that the building works that served for the study sample do not follow a CDW management plan, however, some good practices were detected reactively. The lack of a CDW management system in the building works is because the construction companies are not required to implement a waste management plan since the incursion on the subject is very recent here in the region.

The behavior and habits of the builders and workers against the CDW is subject, in its majority, to a traditionalism in their work, which causes that it is difficult to accept ideas or methods of control of construction waste that break with their routine in the

construction and want to save costs in getting rid of these waste opt for the easiest way to manage them without measuring the consequences that this entails.

Finally, the ineffective instances of surveillance and control in the building work by the authorities of the region, and those responsible for the work cause that there is no adequate regularization of the problems of construction waste since it cannot be seen if good practices are fully complied with.

ÍNDICE GENERAL

Capítulo 1. Introducción	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Planteamiento del problema	2
1.3. Objetivos	6
Objetivo general.....	6
Objetivos específicos.....	6
Capítulo 2. Revisión de la literatura.....	7
2.1. Introducción.....	7
2.2. Residuos de construcción	7
2.2.1. Tipos de residuos de construcción.....	8
2.2.2. Causas de generación de residuos de la construcción y demolición	10
2.3. Seguridad y riesgos asociados a los residuos de construcción y demolición .	12
2.4. Sistemas de gestión de RCD	14
2.4.1. Importancia de los sistemas de gestión de RCD	14
2.4.2. Manejo actual de los residuos de la construcción y demolición	16
2.4.3. Buenas prácticas en los sistemas de gestión de RCD.....	17
2.5. Conclusiones de la revisión de la literatura	32
Capítulo 3. Metodología	34
3.1. Diseño de la metodología	34
3.2. Población	35
3.3. Muestra	35
3.4. Revisión de las condiciones del entorno	37
3.5. Herramientas de medición	43
3.5.1. Sistemas de gestión de RCD revisados.....	43
3.5.2. La observación.....	47
3.5.3. La entrevista	50
3.7. Análisis de datos	52
3.8. Determinación de los principales obstáculos	55
3.9. Establecimiento de una propuesta de mejoramiento de la gestión y manejo de los RCD.....	57
Capítulo 4. Resultados y Discusión	58

4.1. Resultados dentro de las obras.....	59
4.1.1. Generación y minimización de residuos	59
4.1.2. Separación y almacenamiento de residuos en obra	74
4.1.3. Demolición	78
4.1.4. Puntos destacables.....	79
4.2. Resultado fuera de las obras	83
4.2.1. Acopio y transporte	83
4.2.2. Reúso y Reciclaje	84
4.2.3. Disposición final.....	84
4.2.4. Puntos destacables.....	85
4.3. Obstáculos que impiden una buena gestión de los RCD en la región.	87
Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones.....	90
Referencias	100
APÉNDICE 1: Tablas de buenas prácticas	106
APÉNDICE 2: Formato de cédulas de observación.....	111
APÉNDICE 3: Formato de Entrevistas.....	123
APÉNDICE 4: Resultado recolectados	128

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los RCD. Fuente: CMIC 2013.....	9
Tabla 2. Orígenes y causas de los residuos de construcción. Fuente: Dajadian y Koch (2014).....	11
Tabla 3. <i>Obras de edificación seleccionadas para el estudio en cuestión.</i> Fuente: Elaboración propia.	36
Tabla 4. Características de las obras que fueron visitadas. Fuente: Elaboración propia.	38
Tabla 5. Problemas detectados en las obras visitadas y agrupadas en problemas puntuales. Fuente: Elaboración propia.....	39
Tabla 6. Grupo de problemas referente a los RCD detectados en las obras visitadas. Fuente: Elaboración propia.	40
Tabla 7 (Parte 1). Buenas prácticas identificadas. Fuente: Elaboración propia.	43
<i>Tabla 8.</i> Buenas prácticas descartadas. Fuente: elaboración propia.	46
Tabla 9. Formato del cuadro de triple entrada. Fuente: Cuadro de triple entrada para construir instrumentos.	54
<i>Tabla 10.</i> Formato ejemplo del cuadro de triple entrada. Fuente: elaboración propia.	55
Tabla 11. <i>Obras de edificación seleccionadas para el estudio en cuestión.</i> Fuente: Elaboración propia.	59
Tabla 12. <i>Acciones de manejo de RCD realizadas en las obras según lo dicho por los responsables entrevistados de cada obra.</i> Fuente: Elaboración propia.	60
Tabla 13. Información de los metros cúbicos de RCD generados en las obras utilizadas en el estudio realizando las operaciones mencionadas en el plan de manejo de RCD de la CMIC y en el sistema de gestión de RCD de Chile. Fuente: Elaboración propia.	62
Tabla 14. Convenio con proveedores para la minimización de RCD. Fuente: Elaboración propia.	63
Tabla 15. Diversos tipos de empaques de materiales observados en las obras. Fuente: Elaboración propia.	64
Tabla 16. Materiales prefabricados identificados en las observaciones hechas de las obras. Fuente: Elaboración propia.	65
Tabla 17. Motivos dichos en las entrevistas por el cual es utilizado los prefabricados identificados en las observaciones. Fuente: Elaboración propia.	66
Tabla 18. Obras que cuentan con almacén para materiales y las condiciones del mismo. Fuente: Elaboración propia.....	67
Tabla 19. Almacenamiento de materiales en las obras. Fuente: Elaboración propia.	69

Tabla 20. Materiales con más generación de residuos en cada obra según los entrevistados. Fuente: Elaboración propia.	73
Tabla 21. Clasificación de los RCD realizada en las obras notorias durante las observaciones. Fuente: Elaboración propia.	74
Tabla 22. Tabla resumen de los puntos destacables de cada buena práctica dentro de las obras. Fuente: Elaboración propia.	80
Tabla 23. Tabla resumen de los puntos destacables de cada buena práctica fuera de las obras. Fuente: Elaboración propia.	85
Tabla 24. Propuesta de buenas prácticas para ser ejecutadas en obras con una generación de RCD menor a 80m ³ . Fuente: Elaboración propia.	94
Tabla 25. Alternativas de gestión de RCD no mencionadas en el PM-RCD CMIC. Fuente: Basado del sistema de gestión de RCD de Cantabria, España.	95
Tabla 26. Propuesta de herramienta de las 5S para limpieza del área de trabajo. Fuente: La construcción sin pérdidas.	97
Tabla 27. Pasos para la demolición selectiva. Fuente: basado del sistema de gestión de RCD de Cantabria, España.	99

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Existencia de personal y documentos en las obras para la gestión de seguridad y de RCD. Fuente: Elaboración propia	42
Figura 2. Porcentaje de personal en la obra que utiliza equipo de seguridad adecuado. Fuente: Elaboración propia.....	42
Figura 3. Ejemplo de cambio en el formato de una de las cédulas de observación luego de aplicar la prueba piloto. Fuente: elaboración propia.	49
<i>Figura 4. Diagrama del árbol de problemas.</i>	56
Figura 5. Condiciones de almacenamiento de los materiales interior y exteriormente. Fuente: Elaboración propia.	70
Figura 6. Forma en el que se encuentran almacenado los RCD en las diferentes obras. Fuente: Elaboración propia.	75
Figura 7. Árbol de problema generado a partir de los datos obtenidos en la investigación para localizar los obstáculos que impiden una buena gestión en la región. Fuente: Elaboración propia.	89

Capítulo 1. Introducción

1.1. Antecedentes

La industria de la construcción es una parte valiosa de la economía mundial, sin embargo cada proyecto crea residuos de construcción los cuales pueden incrementar el costo del proyecto y contribuir a la contaminación ambiental¹.

Los residuos de construcción y demolición (RCD) se definen como los productos y materiales sobrantes y dañados que surgen de las actividades de construcción, renovación y demolición².

La construcción es una de las industrias que requiere más cantidad de materia prima, ya que el 40% de los recursos que se generan en el mundo son consumidos por la industria de la construcción³. Pero, así como es una gran consumidora de recursos, también es generadora de desperdicio; esto representa un grave problema para el desarrollo de generaciones futuras.

Según datos de la industria de la construcción holandesa, el porcentaje total de materiales comprados para la edificación que terminan como residuo es de aproximadamente del 9%, y del 1% al 10% de cada simple pieza de material de obra deja el sitio como desecho sólido⁴.

En Mérida, Yucatán, el desperdicio en la construcción es un hecho común, ya que en los sitios donde se construyen edificaciones se puede observar una gran cantidad de material esparcidos⁵.

¹ Shant A Dajadian and Daphene C Koch, "Waste management models and their applications on construction sites," *International journal of construction engineering and management* 3, no. 3 (2014): 91–98.

² T.D. Dick Roche and Sean Hegarty, "Best practice guidelines on the preparation of waste management plans for construction and demolition projects," July (2006).

³ Dajadian and Koch, "Waste management models and their applications on construction sites."

⁴ B. A. G. Bossink and H. J. H. Brouwers, "Construction waste: quantification and source evaluation," *Journal of construction engineering and management* 122, no. 1 (1996): 55–60, doi:10.1061/(ASCE)0733-9364(1996)122:1(55).

⁵ Ramón E. Marín González, "Cuantificación, tipificación y determinación del origen de desperdicios en la construcción masiva de vivienda" (Universidad Autónoma de Yucatán, 2000).

A medida que el ritmo de la construcción va en aumento, existe una necesidad apremiante de reducir los residuos en todas sus etapas al considerar en el largo plazo sus diversos efectos colaterales tanto económicos como ambientales; sin embargo, la cultura de dicha industria, y la resistencia al cambio son retos significativos para la minimización efectiva de residuos⁶.

Los investigadores y los profesionales de la industria se han esforzado por administrar los desechos de la construcción mediante la formulación de políticas, la ingeniería, los enfoques económicos y de gestión.

Desde mediados de la década de los años ochenta han estado creciendo movimientos para animar a la construcción sustentable, uno de ellos es la Directiva de Energía y Diseño Ambiental (LEED por sus siglas en inglés). LEED es internacionalmente reconocido por sus certificaciones en sistemas de construcción verde, verificando que las obras sean construidas usando estrategias para mejorar su desempeño en materia de energía, ahorro, eficiencia de uso de agua, reducción de emisiones de CO₂, mejoramiento de la calidad ambiental y administración de recursos y sensibilidad a sus impactos⁷. Además, LEED también concede puntuaciones para sus certificados a proyectos que realicen la acción de minimizar la cantidad de RCD que es enviado a los rellenos sanitarios, dando así un incentivo para la gestión sobre esta temática⁸.

1.2. Planteamiento del problema

Muchos países en desarrollo han creado estrategias y mecanismos para reducir los depósitos de desperdicios de construcción y demolición en vertederos. Por ejemplo, en Europa y Japón han estado practicando la gestión de RCD por mucho tiempo y han incrementado efectivamente el porcentaje de reciclado y reúso de RCD; también se ha

⁶ M. M. M. Teo and M. Loosemore, "A theory of waste behaviour in the construction industry," *Construction management and economics* 19, no. 7 (2001): 741–51, doi:10.1080/01446190110067037.

⁷ USGBC, "About LEED buildings," accessed January 28, 2017, <http://www.usgbc.org/leed>.

⁸ José García, "Gestión de residuos de construcción y demolición en los Estados Unidos de Norte América" 1976 (2014): 1–7.

reconocido que la generación de vertederos de materiales ocasiona daños al medio ambiente, especialmente en la calidad del agua del subsuelo⁹.

La construcción tiene un impacto significativo para el medio ambiente, consume 32% de los recursos del mundo, incluyendo 12% del agua y arriba del 40% de su energía. Además, la construcción produce 40% de desperdicios que se lleva a vertederos y 40% de las emisiones al aire¹⁰.

En la investigación de M. A. Shamloo y K. N. Hewage se señala que, para proyectos de construcción, 10% de la cantidad de material utilizado en las actividades se convierte en escombros, mientras que para proyectos de demolición se considera el 100% del material generado¹¹. Acordado por las directrices en residuos de la Unión Europea, la reducción de los presentes niveles de generación de residuos y el incremento de energía y recuperación de materiales, representa dos de los más importantes requerimientos en el futuro para las prácticas de gestión de residuos¹².

Países como Dinamarca, Finlandia, Países Bajos, Reino Unido, Japón, Canadá y Estados Unidos han introducido técnicas para minimizar la cantidad de generación de residuos en los proyectos de construcción y fases de mantenimiento; también, en los Países Bajos se ha reciclado y reusado 76% del total de sus RCD, además de reciclar 90% del total de estos residuos¹³.

En la construcción se consume y desperdicia recursos y energía en enormes cantidades, y es necesario actuar urgentemente para desarrollar y promover técnicas y políticas, las cuales ayuden a impulsar la sustentabilidad; una de estas técnicas es el uso de un sistema de gestión de residuos.

⁹ M. A. Shamloo and K. N. Hewage, "Current status of construction and demolition waste management and green building standards in Canada," *Construction research congress*, no. 2000 (2010): 1508–17.

¹⁰ USBGC, "About LEED Buildings," accessed January 28, 2017, <http://www.usgbc.org/leed>.

¹¹ Shamloo and Hewage, "Current status of construction and demolition waste management and green building standards in Canada."

¹² *Ibid.*

¹³ *Ibid.*

Un sistema de gestión de RCD tiene como objetivo reducir el uso excesivo y fomentar la reutilización y reciclaje de componentes y materiales¹⁴. La eficacia de la gestión de residuos en una obra de construcción puede determinarse mediante la comparación de¹⁵:

- Cantidad de materiales utilizados en el proyecto (cantidad real contra cantidad planeada).
- Cantidad de residuos generados (cantidad real contra cantidad planeada).
- Cantidad de desechos que fueron reutilizados / reciclados (cantidad real vs cantidad máxima reutilizable).
- Calidad de los residuos reutilizados / reciclados.
- Grado en que el nivel de generación de residuos causó dificultades / problemas.
- El nivel de éxito de la gestión de residuos.

Los beneficios potenciales de la gestión de residuos incluyen: mejores credenciales ambientales; ahorros en costos de eliminación y transporte de RCD; ingresos por reutilización y reciclaje; y la reducción del costo de los materiales^{16 17}.

En México, la Cámara Mexicana de la Industria de la construcción (CMIC), ha elaborado un plan de manejo de desperdicio de construcción y demolición¹⁸. Sin embargo, este plan no es seguido por muchas ciudades del país y solamente trata sobre el manejo de estos residuos para su disposición final. Para la ciudad de Mérida, en el estado de Yucatán, no existe un plan de manejo de RCD; sin embargo, se han realizado estudios como el de Marín (2000), donde dicho autor generó una base de datos para cuantificar, tipificar y determinar el origen de desperdicios en la

¹⁴ Y.Y. Ling and M.C.H. Lim, "Implementation of a waste management plan for construction projects in Singapore," *Architectural science review* 45, no. 2 (2002): 73–81.

¹⁵ Florence Yean Yng Ling and Dinh Song Anh Nguyen, "Strategies for construction waste management in Ho Chi Minh City, Vietnam," *Emerald group publishing llimited* 3, no. 1 (2013): 141–56, doi:10.1108/BEPAM-08-2012-0045.

¹⁶ Bruce McDonald and Mark Smithers, "Implementing a waste management plan during the construction phase of a project: a case study," *Construction management and economics* 16, no. February 2015 (1998): 71–78, doi:10.1080/014461998372600.

¹⁷ M. M. M. Teo and M. Loosemore, "A theory of waste behaviour in the construction industry," *Construction management and economics* 19, no. 7 (2001): 741–51, doi:10.1080/01446190110067037

¹⁸ CMIC, "Plan de manejo de residuos de la construcción y la demolición," *Cámara mexicana de la industria de la construcción* (Ciudad de México, 2014), <http://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/medioambiente/Flayer/PM RCD Completo.pdf>.

construcción masiva de viviendas en Mérida ¹⁹; y muy recientemente el estudio de Jiménez (2015), quien ha utilizado residuos de la construcción para elaborar concreto de material reciclado ²⁰.

A pesar de lo mencionado anteriormente, no se tiene una cultura en la región sobre el control de residuos de construcción y demolición ya que, al observar la falta de implementación de un sistema de gestión que permita tomar medidas para controlar y disminuir la generación de RCD en los proyectos de construcción en la ciudad de Mérida, se desconoce el grado de importancia que se le da a esta temática y qué manejo se les da a los RCD dentro y fuera de las obras. De acuerdo a esto, se considera importante realizar un diagnóstico de la gestión actual de los residuos de la construcción y demolición para los proyectos de edificación en la ciudad de Mérida, Yucatán.

Las preguntas de investigación que surgieron a partir de esta problemática sobre los residuos de construcción y demolición son las siguientes:

1. ¿Cuál es el manejo actual de los residuos de construcción y demolición dentro de las obras de edificación?
2. ¿Cuál es el manejo actual y la disposición que se le da a los residuos de construcción y demolición fuera de las obras de edificación?
3. ¿Qué obstáculos impiden una buena gestión de los residuos de construcción y demolición?
4. ¿Qué propuesta se puede establecer para lograr el mejoramiento de la gestión y manejo de los residuos de construcción y demolición?

¹⁹ Ramón E. Marín González, "Cuantificación, tipificación y determinación del origen de desperdicios en la construcción masiva de vivienda" (Universidad Autónoma de Yucatán, 2000).

²⁰ Luis Felipe Jiménez Torrez, "Durabilidad del concreto con agregado grueso reciclado de alta absorción" (Universidad Autónoma de Yucatán, 2015).

1.3. Objetivos

Objetivo general

Realizar un diagnóstico de la gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en proyectos de edificación en Mérida, Yucatán.

Objetivos específicos

- Identificar el manejo actual de los residuos de construcción y demolición dentro de las obras de edificación.
- Identificar el manejo y la disposición que se le da a los residuos de construcción y demolición fuera de las obras de edificación.
- Determinar los principales obstáculos que impiden una buena gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Establecer una propuesta para lograr el mejoramiento de la gestión y manejo de los residuos de construcción y demolición.

Capítulo 2. Revisión de la literatura

2.1. Introducción

En este trabajo se integró la información de publicaciones científicas en su mayoría recientes sobre temas de RCD, así como manuales y sistemas de gestión sobre esta temática de diferentes países, con el fin de poder dar a conocer qué son los residuos de construcción y demolición, cómo se clasifican y originan estos; pero sobre todo qué se realiza actualmente para controlarlos y disminuirlos.

2.2. Residuos de construcción

Los residuos son todo lo que no genera valor a las actividades necesarias para completar una unidad productiva; muchas investigaciones se han concentrado sobre la cantidad de residuos y escombros generados desde el proyecto de construcción para mostrar la importancia de gestionar los residuos generados por estos²¹.

La industria de la construcción genera una gran cantidad de residuos, los cuales se originan de la construcción y demolición de edificios e infraestructuras; rehabilitación y restauración de edificios y estructuras existentes; construcción de nuevos edificios y estructuras; así como de la producción de materiales de construcción²².

La gestión de los RCD es una problemática que está presente en todos los países alrededor del mundo:

- Según la agencia de protección del medioambiente de los Estados Unidos (US EPA), este país genera aproximadamente 136 millones de toneladas en residuos de construcción cada año.
- En el Reino unido se genera alrededor de 70 millones de desperdicios de construcción cada año²³.

²¹ Shant A Dajadian and Daphene C Koch, "Waste management models and their applications on construction sites," *International journal of construction engineering and management* 3, no. 3 (2014): 91–98.

²² Emilio Romero, "Residuos de construcción y demolición" (Universidad de Huelva, España, 2007).

²³ Shant A Dajadian and Daphene C Koch, "Waste management models and their applications on construction sites," *International journal of construction engineering and management* 3, no. 3 (2014): 91–98.

- En Europa se estima un volumen de 180 millones de toneladas por año en la generación de RCD²⁴, equivalente a unos 500 kg/habitante/año²⁵.
- En América Latina se calcula un promedio de 300 kg/habitante/año de RCD²⁶.

En México, en el año 2011, hubo una generación anual estimada de seis millones de toneladas de RCD; a partir de esta base, la CMIC ha considerado dos escenarios diferentes para el comportamiento de la generación de RCD para el año 2018 de acuerdo al crecimiento de la industria de la construcción. En ambos casos, implica una necesidad de crear infraestructura para manejar adecuadamente los RCD²⁷:

- Escenario Tendencial: Crecimiento de la industria de la construcción de 3.5% promedio anual; con una generación estimada de residuos de 9.2 millones de toneladas para el año 2018, lo que representa aproximadamente 25 mil toneladas al día.
- Escenario CMIC: Crecimiento de la industria de la construcción de 5.0% promedio anual, con una generación estimada de residuos de 9.9 millones de toneladas para el año 2018, lo que representa aproximadamente 27 mil toneladas al día.

Se estima que actualmente sólo el 4% de los RCD que se generan son aprovechados (3% reciclaje y 1% reúso).

2.2.1. Tipos de residuos de construcción

Para poder implementar medidas preventivas o buenas prácticas y una correcta gestión de los RCD generados en una obra de edificación, es imprescindible identificar los tipos y clases de residuos susceptibles de ser producidos en la misma²⁸.

²⁴ Marco Gomes and Jorge de Brito, "Structural concrete with incorporation of coarse recycled concrete and ceramic aggregates: durability performance," *RILEM, materials and structures* 42 (2009): 663–75.

²⁵ S. Kenai and F. Debieb, "Characterization of the durability of recycled concretes using coarse and fine crushed bricks and concrete aggregates," *RILEM, materials and structures* 44 (2011): 815–24.

²⁶ José Antonio Domínguez, "Plan de gestión de residuos de construcción y demolición para el Estado de Quintana Roo" (Quintana Roo, 2008).

²⁷ CMIC, "Plan de Manejo de Residuos de La Construcción y La Demolición."

²⁸ Paola Villoria Sáez, "Sistema de gestión de residuos de construcción y demolición en obras de edificación residencial . Buenas prácticas en la ejecución de obra" (Universidad Politécnica de Madrid, 2014).

En México, la CMIC clasifica a los residuos de la construcción en dos categorías: residuos peligrosos y no peligrosos; según el documento publicado por dicha institución, los residuos peligrosos son de competencia federal y deberán ser debidamente identificados y separados para darles el manejo que prevé la ley; entre estos residuos se encuentran los derivados del petróleo (aceites, diésel, etc.), adhesivos, asbesto, barnices, pinturas, plomo, etcétera; los residuos no peligrosos son lo que más se generan dentro de la obra, éstos quedan clasificados a continuación en la en la Tabla 1²⁹:

Tabla 1. Clasificación de los RCD. Fuente: CMIC 2013

Grupo	Subproducto
Material de Excavación	Material para Relleno.
Concreto	Bases Hidráulicas
	Concretos Hidráulicos
	Adocreos
	Adopastos
	Bordillos
	Postes de Cemento-Arena
	Morteros
	Carpetas Asfálticas.
Elementos Mezclados Prefabricados y Pétreos	Piedra
	Block-Tabique
	Tabicones Mortero
	Adoquines
	Tabicones
	Tubos de Albañal
	Mamposterías
	Tabiques
	Ladrillos
Otros	Yeso, Muro Falso.
	Madera.
	Cerámica.
	Plástico.
	Metales.
	Lámina.
	Vidrios.
	Papel y cartón.
Residuos Orgánicos Producto de Despalle	Hojas, Ramas, troncos y Raíces.

²⁹ CMIC, "Plan de Manejo de Residuos de La Construcción y La Demolición."

2.2.2. Causas de generación de residuos de la construcción y demolición

La bibliografía que trata sobre las causas de la generación de residuos de la construcción indica que ésta se da a lo largo de un proyecto, desde su inicio hasta su terminación.

En México, la CMIC en su ciclo de vida de los RCD señala que la principal causa de generación de residuos es durante la ejecución de la obra, debido a la extracción de material de excavación, residuos de concreto y elementos mezclados prefabricados y pétreos³⁰.

Algunos autores clasifican seis principales causas de generación de residuos, las cuales son³¹:

- **Diseño.** Error en documentos contractuales, documentación incompleta al comienzo de la construcción, cambios de diseño.
- **Adquisición.** Error en pedidos, sobre pedido, pedido bajo, error de proveedores.
- **Manejo de materiales.** Daños durante el transporte a sitio o en el sitio, inapropiado almacenaje provocando daños o deterioro.
- **Operación.** Error por comerciante o trabajador, malfuncionamiento de equipo, inclemencias del clima, accidentes, daño causado por oficios posteriores, uso de material incorrecto requiriendo remplazarlo.
- **Residual.** Trozos de materiales cortados, mezclado excesivo de materiales para trabajos húmedos, residuos de procesos de aplicación, empaquetado.
- **Otros.** Residuo criminal debido a daños o robos, ausencia de control de materiales en sitio y planes de gestión de residuos.

Otros autores, comentan que el cambio de diseño tardío se considera una causa importante de desechos en los sitios de construcción, pero hay otros factores que se

³⁰ CMIC, "Plan de manejo de residuos de la construcción y la demolición," *Cámara mexicana de la industria de la construcción* (Ciudad de México, 2014), <http://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/medioambiente/Flayer/PM RCD Completo.pdf>.

³¹ B. A. G. Bossink and H. J. H. Brouwers, "Construction waste: quantification and source evaluation," *Journal of construction engineering and management* 122, no. 1 (1996): 55–60, doi:10.1061/(ASCE)0733-9364(1996)122:1(55).

consideran fuentes de generación de residuos de construcción y demolición, los cuales se presentan en la Tabla 2³².

Tabla 2. Orígenes y causas de los residuos de construcción. Fuente: Dajadian y Koch (2014).

Orígenes del residuo	Causas del residuo
Contractual	Errores en contrato.
	Contrato incompleto al comienzo de la construcción.
Diseño	Cambios de diseño.
	Errores de diseño y detalles de construcción.
	Especificaciones poco claras.
	Coordinación pobre y mala comunicación.
Adquisición	Error en órdenes de compra.
	Dificultad para ordenar poca cantidad.
	Error de abastecimiento.
Transporte	Daños durante el transporte.
	Insuficiencia de protección durante la descarga.
	Ineficientes métodos de descarga.
Gestión y planeación in situ	Falta de planes de gestión de residuos.
	Planeación incorrecta para cantidades requeridas.
	Falta de control de material <i>in situ</i> .
	Falta de supervisión.
Almacenamiento de material	Inapropiado lugar de almacenamiento que provoca daños o deterioro.
	Inapropiados métodos de almacenamiento.
	Materiales almacenados lejos del lugar de aplicación.
Manejo de material	Materiales suministrados en forma suelta.
	Métodos de transportación <i>in situ</i> desde el almacén hasta el punto de aplicación.
	Inadecuado manejo de material.
Operación	Accidentes debido a negligencias.
	Mal funcionamiento de equipamiento.
	Mano de obra pobre.
	Presión de tiempo.
Residual	Residuos por procesos de aplicación (Ejem: preparación de mortero).
	Empaquetado.
Otro	Clima.
	Vandalismo.

³² Dajadian and Koch, "Waste Management Models and Their Applications on Construction Sites."

En otros estudios se ha estimado que el 33% de los residuos in situ se debe a que los arquitectos no implementaron medidas de reducción de residuos durante las etapas de diseño; sin embargo, el proceso de producción de residuos de construcción a través del diseño es complejo porque los edificios incorporan una amplia gama de materiales y productos³³.

2.3. Seguridad y riesgos asociados a los residuos de construcción y demolición

Los nuevos escenarios en la construcción suponen cambios en los procesos constructivos, la introducción de tecnologías limpias y materiales ecológicos y un incremento de determinadas operaciones relacionadas con la valorización de residuos, que pueden originar, además de beneficios medioambientales, impactos positivos y negativos sobre la seguridad y salud de los trabajadores, debido a la modificación de las condiciones de trabajo³⁴. En este sentido, la Organización Internacional del Trabajo (OIT), en un informe elaborado con el fin de promover la seguridad y salud en este nuevo modelo económico, destaca que la seguridad y salud de los trabajadores y la protección del medio ambiente deberían estar intrínsecamente vinculados con el fin de garantizar un enfoque integral del desarrollo sostenible³⁵.

El mejoramiento de la seguridad, salud y las condiciones laborales depende en última instancia de la colaboración de personas que trabajan juntas, ya sean funcionarios de gobierno, patronos u obreros; de modo que gestión de seguridad significa tomar medidas antes de que ocurran accidentes. Una efectiva gestión de seguridad persigue tres objetivos principales³⁶:

- Lograr un ambiente seguro.
- Hacer que el trabajo sea seguro.

³³ M. Osmani, J. Glass, and A. D F Price, "Architects' perspectives on construction waste reduction by design," *Waste management* 28, no. 7 (2008): 1147–58.

³⁴ Fernando Sanz and Luis María Romeo, "Estudio sobre riesgos laborales emergentes en el sector de la construcción," 2013, 1–145.

³⁵ International Labour Organization, "Working towards sustainable development. Promoting safety and health in a green economy" (Ginebra, 2012), http://www.ilo.org/safework/info/WCMS_175600/lang--en/index.htm.

³⁶ Oficina internacional del trabajo Ginebra-Cinterfor/OIT, *Seguridad, salud y bienestar en las obras de construcción. Manual de capacitación*, ed. Cinterfor/OIT, Primera (Montevideo, 1997).

- Hacer que los obreros tengan conciencia de la seguridad.

Los empleos en la construcción ecológica presentan muchos riesgos laborales similares a los que se presentan en la construcción tradicional (relacionados con los espacios de trabajo, trabajos en altura, herramientas y equipos eléctricos, espacios confinados, almacenamiento y manipulación de productos químicos, etc.)³⁷.

Los riesgos en el sector de la construcción dependen en gran medida de los materiales constructivos que se utilizan y de los residuos que éstos generan. Por ello, a la hora de planificar la adquisición de materiales, éstos deben cumplir no sólo requisitos relativos a la seguridad de la construcción y de sostenibilidad medioambiental, sino también requerimientos relacionados con la seguridad y salud de los trabajadores que los manipulan³⁸.

La planificación, junto con la prevención de accidentes, en la construcción da como resultado una mayor productividad en las obras que se organizan teniendo en mente la seguridad de los trabajadores. La eficiencia aumenta y los accidentes disminuyen en obras de construcción y sitios de trabajo bien organizados y bien iluminados, donde los materiales combustibles y peligrosos están debidamente almacenados, no hay escombros en los pasillos y las áreas de trabajo y el equipo para la extinción de incendios se encuentra a la mano. Las estrategias de seguridad y prevención de accidentes en la construcción deben ser parte de un plan integral de seguridad en el trabajo diseñado antes de iniciar cualquier obra³⁹.

³⁷ Fernando Sanz and Luis María Romeo, "Estudio sobre riesgos laborales emergentes en el sector de la construcción," 2013, 1–145.

³⁸ Sanz and Romeo, "Estudio sobre riesgos laborales emergentes en el sector de la construcción."

³⁹ Construguía, "Prevención de accidentes en la construcción," accessed January 20, 2017, <http://www.miconstruguia.com/prevencion-de-accidentes-en-la-construccion/>.

2.4. Sistemas de gestión de RCD

2.4.1. Importancia de los sistemas de gestión de RCD

Es necesario reducir los desechos de construcción y demolición por razones ambientales y económicas, ya que estos tienen un impacto ambiental negativo⁴⁰; es por ello que las empresas constructoras se ven obligadas a utilizar los sistemas de gestión de RCD.

Un sistema de gestión de residuos tiene como objetivo reducir el uso excesivo y fomentar la reutilización y el reciclaje de componentes y materiales⁴¹. La gestión eficaz de los residuos de la construcción podría reducir los desechos no renovables y conservar los recursos naturales⁴².

Los residuos tienen una fuerte implicación en la rentabilidad del constructor ya que implican costos, que van desde los precios de compra originales hasta los gastos de transporte, manejo y eliminación⁴³. Los beneficios potenciales de la gestión de residuos incluyen: mejores credenciales medioambientales, ahorros en los costos de eliminación y transporte, ingresos por reutilización y reciclaje, y el costo reducido de los materiales⁴⁴.

Las prácticas sobre estrategias de gestión de residuos pueden clasificarse en⁴⁵:

- Adquisiciones: Al procurar los servicios de subcontratistas, los criterios de selección deben incluir su conciencia ambiental, y no sólo su precio⁴⁶.
- Gestión de subcontratistas y mano de obra: Las medidas efectivas de minimización de residuos son aquellas que fomentan las asociaciones de

⁴⁰ L.Y. Shen and V.W.Y. Tam, "Implementation of environmental management in the Hong Kong construction industry," *International journal of project management* 20, no. 7 (2002): 535–43.

⁴¹ Ling and Lim, "Implementation of a waste management plan for construction projects in Singapore."

⁴² S.M. El-Haggar, *Sustainable industrial design and waste management* (Amsterdam and Boston, MA.: Elsevier/ Academic Press, 2007).

⁴³ Lawrence Lesley Ekanayake and George Ofori, "Building waste assessment score: design-based tool," *Building and environment* 39, no. 7 (2004): 851–61, doi:10.1016/j.buildenv.2004.01.007.

⁴⁴ McDonald and Smithers, "Implementing a waste management plan during the construction phase of a project: A case study."

⁴⁵ Ling and Nguyen, "Strategies for construction waste management in Ho Chi Minh City, Vietnam."

⁴⁶ M.M. Kumaraswamy and J.D. Matthews, "Improved subcontractor selection employing partnering principles," *Journal of Management in Engineering* 16, no. 3 (2000): 47–57.

minimización de residuos a lo largo de la cadena de suministro, y esto incluye a los subcontratistas⁴⁷.

- Capacitación y supervisión: La capacitación específica para el trabajo y la estrecha supervisión en la gestión de desechos es importante porque una gran proporción de la fuerza de trabajo no está calificada⁴⁸. Las prácticas derrochadoras de los subcontratistas se derivan de su falta de capacitación para adoptar prácticas menos derrochadoras y lidiar con los desechos, el concepto erróneo de los desechos y la falta de reconocimiento del valor de los materiales⁴⁹.
- Manejo y control de materiales: El desperdicio de materiales en el sitio puede atribuirse a daños y derrames, contaminación, almacenamiento más allá de la fecha de uso, sobre el suministro, fuera de especificación, robo y vandalismo⁵⁰. La manipulación y el control adecuados del material mejorarían la calidad del material de construcción suministrado⁵¹.
- Comunicación y documentación: La comunicación inadecuada y la falta de flujo de datos han afectado negativamente el manejo de residuos⁵². La confusión a menudo surge de las especificaciones mal redactadas y de la documentación inadecuada del contrato, lo que provoca demoras o errores en el pedido de los materiales y un mayor desperdicio en el sitio⁵³.

⁴⁷ A.R.J. Dainty and R.J. Brooke, "Towards improved construction waste minimisation: a need for improved supply chain integration?," *Structural survey* 22, no. 1 (2004): 20–29.

⁴⁸ G. Ofori and Y.A. Debrah, "Flexible management of worker: review of employment and practices in the construction industry in singapore," *Construction management and economics* 16, no. 4 (1998): 397–408.

⁴⁹ Ling and Lim, "Implementation of a waste management Plan for construction projects in Singapore."

⁵⁰ P. Guthrie and H. Mallet, *Waste minimization and recycling in construction: A review* (Londón: CIRIA, 1995).

⁵¹ Ekanayake and Ofori, "Building waste assessment score: design-based tool."

⁵² U. Kulatunga, D. Amaratunga, and R. Haigh, "Attitudes and perceptions of construction workforce on construction waste in Sri Lanka," *Management of environmental quality: an international journal* 17, no. 1 (2006): 57–72.

⁵³ Ling and Lim, "Implementation of a waste management plan for construction projects in singapore."

2.4.2. Manejo actual de los residuos de la construcción y demolición

Varios países alrededor del mundo, sobre todo en Europa y Asia, están preocupados por la generación de los residuos de la construcción y demolición, por lo cual han comenzado a buscar la manera de controlar esta situación.

En Irlanda, el Departamento del Medio ambiente, Patrimonio y gobierno Local (*Department of the environment, heritage and local goverment*) creó en 2006 una guía para la gestión de residuos de construcción y demolición a lo largo de la duración de un proyecto a través de las buenas prácticas. La metodología implementada consiste en reflejar una jerarquía de gestión de residuos, siendo la prevención y minimización la primera prioridad, seguido por la reutilización y el reciclaje⁵⁴.

En Australia se tiene el trabajo de caso de estudio sobre la implementación de un plan de gestión de residuos durante la fase de construcción de un proyecto, con el objetivo de reducir, reusar o reciclar los residuos en los proyectos de construcción⁵⁵.

En países asiáticos como China, mediante la realización de un análisis (fuerzas, debilidades, oportunidades y amenazas) se ha tenido como objetivo ayudar a entender el estado en que se encuentra la gestión de residuos de construcción basado en el contexto particular de la ciudad de Shenzhen en el sur de China, para que esta ciudad desarrolle y promueva su futura gestión de residuos de construcción a nivel estratégico⁵⁶. Y no lejos de ahí, en Vietnam, se han realizado estudios para ver las barreras que enfrenta para implementar una gestión de residuos de construcción⁵⁷.

En Latinoamérica, la ciudad de Bogotá, Colombia, cuenta con una guía para elaborar su plan de gestión integral de residuos de construcción y demolición en obra, en la cual se plantean estrategias de fácil manejo y comprensión para ser aplicadas al momento de ejecutar actividades encaminadas a la gestión integral de los RCD; con especial énfasis dicha guía muestra el alto potencial que tienen los residuos de

⁵⁴ Dick Roche and Sean Hegarty, "Best Practice Guidelines on the Preparation of Waste Management Plans for Construction and Demolition Projects."

⁵⁵ Mcdonald and Smithers, "Implementing a waste management plan during the construction phase of a project: a case study."

⁵⁶ Hongping Yuan, "A SWOT analysis of successful construction waste management," *Journal of cleaner production* 39 (2013): 1–8, doi:10.1016/j.jclepro.2012.08.016.

⁵⁷ Ling and Nguyen, "Strategies for construction waste management in Ho Chi Minh City, Vietnam."

construcción y demolición de ser reciclados, y consecuentemente conduce a evidenciar los beneficios económicos de implementar estas prácticas que no sólo favorecen al constructor, sino que ayudan al fomento de una cultura de la reutilización y reaprovechamiento de la materia prima derivada del proceso de reciclaje⁵⁸. Además, la guía plantea la normatividad específica aplicable, las medidas de gestión de los residuos peligrosos, junto con los procedimientos ambientales para la gestión de los RCD⁵⁹.

2.4.3. Buenas prácticas en los sistemas de gestión de RCD

El concepto de “buenas prácticas” se refiere a toda experiencia que se guía por principios, objetivos y procedimientos apropiados o pautas aconsejables que se adecuan a una determinada perspectiva normativa o a un parámetro consensuado, así como también toda experiencia que ha arrojado resultados positivos, demostrando su eficacia y utilidad en un contexto concreto.

Como se pudo ver en la sección anterior, son varios los países que realizan acciones o buenas prácticas para el manejo de los RCD, llevando estrategias conforme su contexto político, social y ambiental.

Para dar a conocer las buenas prácticas que son por lo general empleadas en la gestión de los RCD, se realizó una búsqueda de éstas en algunos de los sistemas de gestión más actuales y de diferentes regiones. Se encontraron seis sistemas de gestión, éstos son:

1. Guía para la elaboración del plan de gestión integral de residuos de construcción y demolición en obra (Colombia)⁶⁰.

Este documento plantea estrategias encaminadas a la gestión integral de los residuos de construcción y demolición para ser aplicadas, mostrando el alto potencial que tienen los residuos de ser reciclados, y consecuentemente conduce a evidenciar los beneficios económicos de implementar estas prácticas que favorecen al constructor y

⁵⁸ Carlos J. Orozco et al., *Guía para la elaboración del plan de gestión integral de residuos de construcción y demolición (RCD) en obra* (Bogotá, Colombia: secretaría distrital de ambiente, 2014).

⁵⁹ Ibid.

⁶⁰ Ibid.co

al fomento de una cultura de reutilización y aprovechamiento de la materia prima derivada de los procesos de construcción y demolición. Los puntos principales que abarca el documento son:

Compra y almacenamiento de materiales.

- Comprar la mínima cantidad de productos auxiliares (pinturas, disolventes, grasas, etc.) en envases retornables del mayor tamaño posible.
- Inspeccionar los materiales comprados antes de su aceptación.
- Comprar los materiales y productos auxiliares a partir de criterios ecológicos.
- Utilizar los productos por su antigüedad a partir de la fecha de caducidad.
- Limpiar la maquinaria y los distintos equipos con productos químicos de menor agresividad ambiental (los envases de productos químicos tóxicos se deben tratar como residuos peligrosos).
- Evitar fugas y derrames de los productos peligrosos, manteniendo los envases correctamente cerrados y almacenados.
- Adquirir equipos que sean respetuosos con el ambiente.
- Informar al personal sobre las normas de seguridad existentes (o elaborar nuevas en caso necesario), la peligrosidad, manipulación, transporte y adecuado almacenamiento de las sustancias.
- Almacenar correctamente los productos, separar los peligrosos del resto y los líquidos combustibles o inflamables en recipientes adecuados, depositados en recipientes o recintos destinados a ese fin.
- Establecer en los lugares de trabajo áreas de almacenamiento de materiales, que estarán alejadas de la circulación y de otras zonas destinadas para el acopio de residuos.

Demolición.

- Pasos para una demolición selectiva tales como realizar un inventario de los elementos susceptibles de desmontaje y su clasificación entre los posibles reutilizables y los no reutilizables; así como cuantificar el volumen de los elementos y estructuras sujetas a demolición, discriminando las cantidades de

las diferentes clases de materiales (mampostería, concreto reforzado, enchapes, entre otros).

Construcción del proyecto.

- Seleccionar los espacios dentro del frente de obra para la realización del acopio, separación y clasificación de los RCD, con los respectivos contenedores y/o espacios adecuados para tal fin, debidamente identificados y rotulados.
- Definir las cantidades y tipos de materiales que se llevarán a disposición final y a sitios de tratamientos y/o aprovechamiento.
- Contar con una planilla con información mínima, con el propósito de llevar un control diario de los movimientos de RCD.
- Socializar el plan de gestión a todos los colaboradores y contratistas.

Procedimientos ambientales de reducción.

- Utilizar el material necesario ya estandarizado y ajustado a las líneas civiles y arquitectónicas ya diseñadas y planificadas.
- Organizar y ambientar los sitios de trabajo en condiciones óptimas, con base en las disposiciones de seguridad y condiciones laborales en los establecimientos de trabajo.
- Optimizar el suministro de materiales mediante sistemas mecánicos estandarizados.
- Descargar en forma ordenada y organizar los materiales y elementos correctamente.
- Coordinar los suministros y transporte de materiales, con el fin de evitar pérdidas y mezclas indeseables.
- Evitar que los materiales que se estén generando como residuos se mezclen con otro tipo de materiales, en especial con los catalogados como peligrosos.

Procedimientos ambientales de separación.

- Revisar que los materiales sobrantes de las actividades en la obra no estén contaminados con otros tipos de materiales que estén catalogados como peligrosos.
- Con base en las características de la obra, se adecuarán sitios para el almacenamiento temporal de residuos de construcción y demolición a reutilizar o para su posterior disposición final, los cuales deben estar debidamente señalizados y cubiertos con materiales que eviten la acción erosiva del agua y el viento. Estas zonas deben contar con canales perimetrales y sus respectivas estructuras de control de sedimentos. Las áreas destinadas para tal fin deben estar definidas desde el diseño del plan de gestión.
- Para la actividad de demolición, el proceso para obtener una separación en la fuente debe ser la demolición selectiva, utilizando la metodología de los tres pasos mencionada en el marco conceptual de la presente guía.
- Los residuos se ubicarán en contenedores o zonas claramente identificadas, donde se haga la selección, de acuerdo al tipo de residuo a ser aprovechado. Si es necesario se dispondrá temporalmente en un sitio adecuado para ello, para luego ser recogido por la empresa de recolección de residuos sólidos, reciclador o gestor autorizado.
- Se deben clasificar los residuos sólidos sobrantes en diferentes categorías como: residuos ordinarios, reciclables y residuos peligrosos (materiales absorbentes o limpiadores usados para remover aceites, grasas, envases de productos químicos, pinturas y otros).
- Si durante el proyecto se genera cualquier tipo de residuo que se enmarque en la definición de residuos peligrosos y/o contaminantes se deben entregar a un gestor autorizado, el cual ya debe estar seleccionado; adicionalmente se debe conservar el certificado correspondiente por la entidad competente, dado que ésta será objeto de seguimiento por parte de la Secretaría Distrital de Ambiente.
- Si no es posible retirar rápidamente de la obra los residuos peligrosos que se generen, éstos deben ser almacenados en recipientes herméticos,

debidamente marcados y rotulados como peligrosos, y se deben colocar en lugares libres de humedad y de calor excesivo.

- Se debe adecuar dentro del proyecto un sitio de almacenamiento de residuos metálicos, con su respectiva señalización informativa y preventiva, que contará con capacidad adecuada para los volúmenes a manejar.
- Se deberá elaborar el plano de localización del punto ecológico y de los lugares de acopio de material. En caso de ser un lugar que cambie de acuerdo con el avance de la obra, se debe señalar en qué etapa sucede y dónde se ubica y almacena el material.
- Cuando finaliza el proceso de separación, se deben gestionar los materiales que son valorizables e integrables al circuito de la reutilización o reciclaje, y los que no se destinarán a los sitios de disposición final autorizados.

Procedimientos ambientales de reutilización.

- Los RCD se podrán reutilizar siempre y cuando no estén contaminados con materia orgánica, plásticos, maderas, papel, hierro o sustancias peligrosas. Está prohibida la reutilización *in situ* de RCD sin su previa clasificación (ordinarios, especiales y peligrosos).
- Los materiales susceptibles de reutilización son: vigas, pilares, cerchas, elementos prefabricados, puertas, ventanas, revestimientos prefabricados, tejas, estructuras ligeras, soleras, claraboyas y chapas, barandillas, falsos techos, pavimentos sobrepuestos, piezas de acabado y mobiliario de cocina.
- La tierra que no puedan ser reutilizadas en la misma obra. Deben ser retiradas por un transportador debidamente registrado y capacitado de acuerdo con lo determinado por la Secretaría Distrital de Ambiente.
- La arena, grava, y demás áridos, pétreos, cerámicos, concreto y cemento se pueden reutilizar como base para carreteras, y para nivelar y estabilizar suelo y terraplenes. Los materiales con alta probabilidad a ser reciclados según investigaciones son: concreto, cerámicos, cemento y ladrillos, los cuales se

pueden reutilizar para la elaboración de adoquines, fachadas, bases para columnas, producción de morteros y fabricación de cementos.

Procedimientos ambientales de disposición final.

- Una vez generados, separados, y seleccionados los RCD según las estrategias propuestas y los lineamientos anteriores para el aprovechamiento de los materiales, se procede a retirarlos según sea el destino que se les vaya a dar.
- Los materiales sobrantes que no se les haya atribuido un aprovechamiento, se deberán disponer en los sitios de disposición final de RCD autorizados por la Secretaría Distrital de Ambiente o la autoridad ambiental competente, según su ubicación geográfica.

2. Gestión de los residuos de construcción y demolición (España)⁶¹.

Este documento fue desarrollado por el gobierno de Cantabria, España, el cual pretende servir a los redactores de proyectos como ayuda en la redacción del estudio de gestión de RCD y, por otro lado, a los agentes que intervienen en la ejecución de las obras, para conocer cuáles son las vías adecuadas para la gestión de cada tipo de residuo que se genera en las obras. Dentro de su contenido cuenta con acciones o buenas prácticas tales como:

-Proceso de demolición y gestión *in situ*.

- Limpieza previa. Se realiza la retirada de residuos peligrosos y de residuos inertes antes de comenzar con los trabajos de demolición.
- Demolición primaria. Se realiza una pre-demolición haciendo una segregación de RCD, materiales inertes y metales que sean desmontables en la construcción a demoler.
- Demolición secundaria. Aquí se realiza la demolición mayor, separando la armadura de acero y demás metales del concreto.
- Afino de los materiales. Con un electroimán se separa todo el hierro producto de la demolición.

⁶¹ Consejería de medio ambiente, *Gestión de los residuos de construcción y demolición* (Cantabria, España: Gobierno de Cantabria, 2014).

- Machaqueo en planta móvil. Mediante una trituradora se termina de triturar el escombros generado en la demolición y se termina de separar el metal que no fue recolectado en el proceso anterior.
- Acopios de gestión y residuos. Transporte del material a lugares de reciclaje o de destino final.

-Procesos a lo largo de la ejecución de la obra.

- Separar los residuos por tipologías, de acuerdo con el Plan de gestión de residuos.
- Reutilizar los materiales, cederlos a terceros, o entregar los residuos al gestor autorizado para su valorización y, si ello no fuera posible, para su eliminación.
- Los residuos peligrosos sólo los podrá trasladar hasta el gestor un transportista habilitado por la Consejería de Medio Ambiente.

-Transportistas.

- Estar inscritos en el registro correspondiente o, incluso, obtener la autorización de gestor de residuos peligrosos.
- El transporte se debe realizar en contenedores cerrados o en vehículos que dispongan de un cierre adecuado de la bañera o recipiente de carga para evitar pérdidas de material y en los que la carga vaya cubierta adecuadamente para evitar la dispersión de partículas en el aire.
- Recabar el documento que debe acompañar al residuo (no peligroso) y que le debe entregar el expedidor del residuo, y entregarlo al gestor. En el caso de transportar residuos peligrosos, deberá hacerlo junto con el documento de control y seguimiento hasta las instalaciones del gestor.
- Facilitar al expedidor los certificados emitidos por los gestores en los que se acredita la gestión de los residuos.
- Remitir periódicamente los registros a la Consejería de Medio Ambiente.

-Plantas de reciclaje de RCD.

- No admitir ningún residuo para el que no se encuentre autorizado.

- No admitir ningún residuo que no venga acompañado de la documentación recogida.
- Disponer de un procedimiento de admisión de residuos en la instalación que asegure que, previamente al proceso de tratamiento, se detectarán, separarán, almacenarán adecuadamente y derivarán a gestores autorizados de residuos peligrosos aquellos que tengan este carácter y puedan llegar a la instalación mezclados con residuos no peligrosos de construcción y demolición. Este procedimiento debe figurar por escrito y estar a disposición del personal de recepción de la planta o vertedero.
- Acreditar la gestión realizada con los residuos mediante la firma del documento que le entregue el poseedor.
- Llevar un registro de las operaciones de gestión realizadas.
- Reportar información periódicamente a la Consejería de Medio Ambiente de acuerdo con lo exigido en la correspondiente autorización.

-Vertederos.

- Acreditar la gestión realizada con los residuos mediante la firma del documento que le entregue el poseedor.
- No se podrán admitir residuos separados pétreos, cerámicos, plásticos, de papel, madera, vidrio, metal, etc., salvo que se acredite que estos no han sido admitidos por algún gestor valorizador (papel-cartón, plásticos o vidrio sucio, plásticos no recuperables, etc.) o que no existen valorizadores a una distancia prudencial.
- Para poder admitir residuos mezclados, deberán asegurarse:
 - ✓ Que los residuos provengan de los rechazos de una planta de reciclaje de RCD (que se acompañen de un certificado que acredite que los residuos han sido sometidos a un tratamiento previo).
 - ✓ Que la separación no fuera técnicamente viable (p.ej. escombros con trozos de vidrio roto).

- ✓ Que su separación no permita su valorización y que tampoco hubiera contribuido a reducir los riesgos para la salud o el medio ambiente (p.ej. papel y plástico que no fueran valorizables).
- Los titulares de vertederos deberán establecer un sistema de tarifas que desincentive la eliminación de los residuos en este tipo de instalaciones.

-Gestores de residuos peligrosos.

- No admitir ningún residuo que no venga acompañado del Documento de Control y Seguimiento.

3. Plan regional de residuos de construcción y demolición de la comunidad de Madrid (España)⁶².

Al igual que el documento anterior, este plan de gestión pertenece a España, sin embargo, es aplicado solamente a la región de Madrid, por lo cual se encontrarán ciertas similitudes entre ambos, como pudiera ser la clasificación de RCD.

De las diferencias más predominantes podemos señalar que el plan de manejo de residuos contiene listas de los principales centros de manejo final de residuos en la región a la que pertenece.

Los principios del documento son:

- La prevención. Reducción del volumen y peligrosidad de los residuos generados.
- Responsabilidad del productor. El productor de un residuo es quien debe prever y hacer frente a la responsabilidad de su correcta gestión ambiental.
- Quien contamina paga. El generador o responsable de un residuo debe correr con los gastos de su correcta gestión ambiental.
- Priorización o jerarquía. Se da prioridad a los métodos o técnicas para gestionar residuos que favorecen la prevención y reutilización frente al vertido.

⁶² Dirección General de Calidad y Medio Ambiente, "Plan regional de residuos de construcción y demolición (2006-2016)," *Comunidad de Madrid* (Madrid, España, 2006).

- Proximidad. Tiene en cuenta el hecho de que hay que reducir en lo posible las distancias para el transporte de residuos, debiendo ser tratados en el centro más próximo posible a su lugar de origen o generación.
- Internalización de costes. Todos los costes relativos al proceso de gestión de los residuos deben tenerse en cuenta para su correspondiente repercusión.
- Autosuficiencia.
- Potenciación de los sistemas de separación y reciclaje de aquellas fracciones de recuperación mediante las operaciones de separación “in situ” y demolición selectiva.
- Fomento de la iniciativa privada para el desarrollo de infraestructuras de gestión de RCD.
- Fomento del desarrollo de estándares de utilización de áridos reciclados.
- Integración de principios de gestión ambiental en el sector de la construcción.
- Impulso a la inspección ambiental en el marco de la gestión de RCD.

4. Plan de manejo de residuos de la construcción y la demolición (México)⁶³.

Este es un documento elaborado en México por la CMIC, el cual tiene por objetivo facilitar la construcción sustentable minimizando la generación de RCD y maximizando su aprovechamiento bajo el concepto de corresponsabilidad entre los tres órdenes de gobierno y los diferentes actores que participan en la cadena de valor de la industria de la construcción.

Dicho plan de manejo contiene estrategias y metas, las cuales se dividen en dos etapas según su forma de manejo integral propuesto para los RCD: etapa dentro de las obras y etapa fuera de las obras.

Buenas prácticas sobre la gestión de RCD de la CMIC dentro de las obras:

-Generación y minimización de los residuos.

- Desarrollo de un Plan de Minimización de RCD en las empresas constructoras, como parte de sus políticas operativas. Se debe conocer si la empresa

⁶³ CMIC, “Plan de manejo de residuos de la construcción y la demolición.”

encargada de la obra cuenta ya con un plan o acciones referentes al tema de los RCD.

- Establecer convenios de cooperación y colaboración con proveedores de materiales e insumos de la construcción. Se observará la conducta de estos al entregar los materiales en la obra y si sus acciones influyen en la generación o reducción de los RCD.
- Uso de elementos prefabricados. Identificar cuáles de estos elementos son utilizados en la obra y si la razón para usarlo es para reducir la generación de residuos.
- Realizar un correcto mantenimiento del almacén. Ver si las condiciones en las que se encuentra dicha área no son causa de generación de residuos.
- Cumplir los requisitos de almacenamiento de cada material. Conocer en qué condiciones el material está almacenado y si su almacenamiento lo asegura de no generar residuos.
- Preparar las cantidades necesarias de materiales consumibles, calculando previamente con exactitud la superficie a mantener, acabar o reparar. Existencia de generación de residuos al preparar material como morteros.

-Separación y almacenamiento de residuos en obra.

- Clasificación de RCD. Los RCD deberán separarse principalmente en las siguientes fracciones: 1. Material de excavación; 2. Concreto; 3. Escombros; 4. Otros.
- Antes de iniciar la obra, establezca los sitios determinados al almacenamiento temporal de los residuos según su tipo.
- El almacenamiento de los residuos debe hacerse en tres recipientes tipo caneca plástica con tapa.
- Instruir a todo el personal que labora en la obra sobre la obligatoriedad de depositar los residuos en las canecas o contenedores según su etiqueta y no apilar o dejar los residuos desprotegidos en otras áreas no autorizadas.
- Identifique a las personas o empresas que estén interesadas en recibir materiales reciclables, resultantes de las actividades de la obra.

- Diariamente, al finalizar la jornada, se debe realizar una limpieza general de la zona donde se realice la obra.
- Residuos especiales.
 - ✓ Clasificar los residuos peligrosos según los símbolos de peligrosidad indicados en la etiqueta del producto.
 - ✓ Existencia en la obra de una zona específica para el almacenamiento de los residuos y envases considerados peligrosos (aceites, combustibles, y otros).
 - ✓ Almacenar los residuos peligrosos separados de focos de calor o llamas. Los envases vacíos de combustibles, aceites y otros deben almacenarse en la zona de residuos peligrosos.
 - ✓ No incinerar residuos en la obra ni verter sustancias contaminantes en las redes de saneamiento ni en cauces públicos

Buenas prácticas sobre la gestión de RCD de la CMIC dentro de las obras:

-Acopio y transporte.

- Control documental de cada traslado.
- En el acopio de obra, así como para el traslado de residuos, deberá establecerse mecanismos que reduzcan significativamente la dispersión de finos y en general de los RCD.
- Contratar servicios formales para el traslado de los residuos.
- Acreditar de forma oficial los transportistas.

-Reúso y reciclaje.

- Reusar y reciclar los RCD en la medida que el proyecto o la obra lo permita y conforme a la planeación de la misma, considerando las recomendaciones de la CMIC en su tabal de identificación de usos propuestos de los RCD.
- Promover en el mayor número posible de licitaciones de obra pública a nivel federal y estatal, así como en reglamentos de construcción locales, que incorporen en sus requerimientos reutilización y reciclaje.

-Disposición final.

- Cuando no sea posible el reúso o reciclaje de los residuos se deberán emplear únicamente los sitios autorizados para disposición final.

5. Protocolo de gestión de residuos de construcción y demolición en la UE (Unión Europea)⁶⁴.

Su objetivo general es aumentar la confianza en el proceso de gestión de los RCD, así como en la calidad de los materiales reciclados precedentes de las actividades de construcción y demolición mediante la mejora de las condiciones marco y políticas adecuadas

-Mejora de la identificación de residuos, la separación según el origen y la recogida.

- Mejora de la identificación de residuos. Definición de residuo e inventario del material.
- Clasificación *in situ*. Separación de residuos peligrosos y separación de flujos paralelos de residuos.
- Mejora de la recogida de residuos. Desconstrucción controlada y demolición selectiva; procesamiento *in situ*.

-Mejora de la logística de residuos.

- Cumplimiento de la legislación sobre el registro de residuos.
- Cumplimiento de los requisitos de transporte.
- Prácticas de recogida selectiva externa.
- Organización y transparencia.

-Mejora del procesamiento de residuos.

- Eliminación de residuos peligrosos.
- Selección.
- Procesamiento/limpieza para reutilización.
- Proceso de aprobación/rechazo a la entrada de residuos reciclables.
- Recuperación de energía.

⁶⁴ European Commission, *EU construction & demolition waste management protocol* (ECORYS, 2016).

-Gestión de la calidad.

- Garantía de calidad:
 - ✓ Sellos de calidad.
 - ✓ Certificados y auditorías.
 - ✓ Cumplimiento de la normativa.
- Gestión del lugar de trabajo:
 - ✓ Trabajadores cualificados.
 - ✓ Equipamiento adecuado.
 - ✓ Reparto de las responsabilidades.
 - ✓ Salud y seguridad.
- Organización y transparencia:
 - ✓ Transparencia de las operaciones.
 - ✓ Gestión del lugar de trabajo.

-Condiciones marco y políticas adecuadas.

- Restricciones a los vertidos.
- Regulación de la gestión de RCD.
- Aplicación de la normativa sobre construcción y demolición.
- Contratación pública.
- Permisos para instalaciones de reciclaje.
- Participación del sector público.
- Percepción, concienciación y aceptación por parte del público.

6. Manual de residuos de construcción y demolición (Estados Unidos)⁶⁵.

Utilizado en la ciudad de Nueva York, Estados Unidos; su objetivo es ayudar a diseñadores y profesionales de construcción a evitar los residuos de construcción y desviar de los vertederos los RCD que son generados.

⁶⁵ NYC Department of Design & Construction, *Construction & demolition waste manual* (City of New York, 2003).

El documento propone sugerencias para reducir RCD, en lo cual se centra en tres puntos importantes, expresados como Reducir-Reusar-Reciclar.

Reducir desperdicio lleva a grandes beneficios ambientales. Usando menos material se reducen costos, disminuye la contaminación de las fábricas y el transporte, se ahorra energía y agua, y se mantiene material fuera de los vertederos. Este punto debe ser de alta prioridad en un sistema de gestión.

Reusar es extender la vida del material existente y el decremento de la necesidad de utilizar nuevos recursos. Por ejemplo, realizar la renovación de un edificio ya sea para darle el mismo o nuevo uso, o simplemente reutilizar componentes del edificio como puertas, ventanas y otros elementos; con lo que se ahorra tanto recursos como dinero.

Reciclar. La construcción y demolición presentan numerosas oportunidades de reciclaje; la forma más sostenible de reciclaje convierte los residuos en producto nuevo y disminuye la cantidad de material que se envía a los vertederos.

Estas tres prácticas combinadas con disponer de los materiales no reciclables crean una gestión integral de los RCD.

Otras estrategias que contiene el documento son puntos que abarca responsabilidades para todo el departamento de diseño y construcción tales como:

-Responsabilidades en la fase de diseño.

- Asegurarse que las especificaciones de los proyectos incluyan gestión de RCD.
- El ejecutivo de proyecto responsable de la fase de diseño debe asegurar que el sistema de gestión de RCD del proyecto tenga impacto y desarrolle una especificación de los RCD conforme a proyecto.
- Desde temprano en el proceso de diseño se identifique oportunidades para salvar o reciclar.
- Instruir al equipo de diseño a consultar una lista de principales materiales reciclables mientras elabora los objetivos de la gestión de residuos.
- Revisar y discutir los objetivos de la gestión de residuos como parte de las reuniones de progreso del proyecto.

-Responsabilidades en la fase de construcción.

- Trabajar con el gerente de construcción y el contratista para desarrollar un plan de gestión de residuos.
- Coordinarse con los contratistas, los cuales deberán estar involucrados en el plan de manejo de RCD.
- Considerar la separación de materiales primero, esto para identificar los reciclables y no reutilizables
- Revisar el plan de manejo de residuos hecho por el contratante, y revisar reportes periódicos de prácticas de reciclaje.
- Agendar revisiones e inspecciones para resolver problemas de manera anticipada, lo cual ayudara a prevenir desperdicios y a facilitar la coordinación.
- Entrenar al equipo de trabajo sobre el sistema de gestión de RCD.
- Comprar materiales reciclados.
- Prevenir el desperdicio en el área de trabajo, ordenando, protegiendo y reusando el material utilizado además de mantener la calidad de los trabajos.

2.5. Conclusiones de la revisión de la literatura

Los residuos de construcción y demolición son, en su gran mayoría, un problema que se debe lidiar en cada una de las etapas de un proyecto; ideando y previniendo su impacto desde el diseño y planeación, hasta la ejecución de un plan de manejo de RCD en las etapas dentro y fuera de la obra hasta su término.

Los residuos de construcción y demolición presentan riesgos no sólo ambientales, sino que además puede acarrear problemas de seguridad y peligro en el área de trabajo; por lo que el tomarle importancia a los RCD puede evitar accidentes en los proyectos de construcción.

Son varios los países, sobre todo los de primer mundo, que están llevando a cabo las acciones necesarias para poder gestionar el problema de los RCD ya que así además de traer beneficios ambientales y de seguridad, las empresas constructoras pueden ahorrar recursos de varias formas aplicando las correctas acciones.

Las buenas prácticas revisadas en los seis sistemas de gestión presentados en la sección 2.4.3 presentan similitudes en varias ideas a pesar de pertenecer a diferentes países. También se puede observar que las buenas prácticas se encuentran adaptadas a la región en la cual se aplican, tal es el caso en los dos sistemas de gestión de las ciudades españolas que, a pesar de pertenecer a un mismo país, las dos regiones presentan necesidades u objetivos diferentes, por lo que estos documentos se acondicionan al contexto de la región a la cual pertenecen.

Las buenas prácticas ayudan a tener una idea más firme de las acciones que deben tomarse dentro y fuera de las obras para la gestión de los RCD, ya que con ellos se puede identificar de manera más precisa si un proyecto de construcción cumple o no con lo estipulado y la posible causa que provoca su incumplimiento, y así tomar las medidas necesarias para mejorar la gestión.

Capítulo 3. Metodología

La presente investigación es cualitativa, descriptiva, no experimental, ya que se hizo uso de la observación como base principal para ésta misma. La investigación descriptiva involucra recolectar datos que describen eventos y luego organiza, tabula, representa y describe la recolección de datos⁶⁶. Es también transversal de tipo exploratorio, ya que la recolección de los datos fue hecha en un solo momento y tiempo único mientras se realizaban las observaciones pertinentes.

El muestreo realizado fue de tipo no probabilístico, ya que se seleccionaron obras de edificación como casos, sin intentar que fuesen representativos de una población determinada.

3.1. Diseño de la metodología

En general, en la investigación cualitativa es difícil valorar algunos criterios como la objetividad, la confiabilidad, la validez interna, la validez externa y la aplicabilidad, términos que según algunos investigadores se encuentran cuestionados para este tipo de estudios⁶⁷. Respecto a la problemática del grado en que son válidos los resultados dentro del contexto de la calidad metodológica del estudio, se ha utilizado la triangulación como una alternativa para aumentar la fortaleza y calidad de un estudio cualitativo⁶⁸.

El término triangulación es originariamente usado en los círculos de la navegación por tomar múltiples puntos de referencia para localizar una posición desconocida. Se asume convencionalmente que la triangulación es el uso de múltiples métodos en el estudio de un mismo objetivo; es la combinación de dos o más teorías, fuentes de datos, métodos de investigación, en el estudio de un fenómeno singular⁶⁹.

66 G. V. Glass and K. D. Hopkins, *Statistical methods in education and psychology*, 2nd ed. (Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1984).

67 Carlos Sandoval Casilimas, *Investigación cualitativa, Módulo*, 1996, doi:958-9329-18-7.

68 Michael Patton, *Qualitative research and evaluation methods*, ed. Thousand oaks: Sage, 3rd ed., 2002.

69 Maria Mercedes Arias Valencia, "La triangulación metodológica: sus principios, alcances y limitaciones," *Investigación y educación en enfermería*, 2000, <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=105218294001>.

Hay cuatro tipos básicos de triangulación:

- 1) Triangulación de datos. Esta consiste en verificar y comparar información obtenida en diferentes momentos mediante los diferentes métodos.
- 2) Triangulación de investigador. Consistente en el uso de múltiples observadores.
- 3) Triangulación teórica. Consiste en el uso de múltiples perspectivas.
- 4) Triangulación Metodológica. La cual utiliza diferentes métodos para analizar un mismo fenómeno.

Para este trabajo se utilizó la triangulación metodológica, y se utilizaron varios métodos para recolección de datos tales como:

- La revisión de sistemas de gestión de residuos de construcción y demolición.
- La observación.
- La entrevista.

Con la triangulación se buscó cumplir con los objetivos de identificar el manejo actual de los RCD dentro y fuera de las obras que sirvieron para realizar este trabajo.

3.2. Población

Las obras que sirvieron para el estudio en cuestión fueron clasificadas como obras de edificación con elementos constructivos colados en sitio; se escogió este tipo de edificación ya que en el estudio realizado en la región por Marín (2000)⁷⁰ se determinó que éstas generan más variedad de residuos, como el escombros, en las principales etapas constructivas.

3.3. Muestra

Se seleccionaron cuatro obras en construcción para la recolección de datos, pues según Hernández Sampieri *et. al.* (2014)⁷¹ tres es el tamaño mínimo de muestras sugerido cuando se necesitan varios estudios de casos en profundidad. En estas obras

70 Ramón E. Marín González, "Cuantificación, tipificación y determinación del origen de desperdicios en la construcción masiva de vivienda" (Universidad Autónoma de Yucatán, 2000).

71 Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado, and Pilar Baptista Lucio, *Metodología de la investigación*, ed. Mc Graw Hill, Sexta (Chile, 2014).

se identificaron los residuos que se generan y el manejo que se le da a éstos dentro y fuera de la obra. En la Tabla 3 se muestra las características generales de las obras

Tabla 3. *Obras de edificación seleccionadas para el estudio en cuestión.* Fuente: Elaboración propia.

Nombre	Tipo de obra	Tamaño de obra	Área de Construcción (m ²)	Elementos constructivos principales
Obra A	Fraccionamiento	Mediana	5,400.00	Colados en sitio
Obra B	Edificación	Mediana	3,650.00	Colados en sitio/Acero
Obra C	Residencia	Mediana	350.00	Colados en sitio
Obra D	Comercio	Mediana	744.00	Colados en sitio
Demolición 1	Demolición de Vivienda	Chica	100.00	Colados en sitio

Se visitó, además, una obra en demolición para la recolección de datos, donde la intención fue verificar si existe algún procedimiento de separación cuidadosa que busque obtener materiales con potencial reciclable o de reutilización al momento de ésta (demolición selectiva)⁷², o hay carencia de éste; así como el manejo que hacen con el residuo generado en la misma.

Para determinar el tamaño de las obras en construcción se utilizó como referencia la clasificación de la norma oficial mexicana NOM-031-STPS-2011⁷³, esta norma trata temas de seguridad en la construcción y abarca temas sobre el manejo y almacenamiento de materiales, así como la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias peligrosas, lo cual tiene relación con la gestión de los RCD. En base a esta norma, se escogieron obras de construcción de tamaño mediano, las cuales tienen una superficie por construir de entre 350 a 10 mil metros cuadrados de construcción o tengan una altura de 10.5 a 16.5 metros⁷⁴; la razón de esta elección se debe a que a partir de este tamaño, la norma antes mencionada solicita que se realicen análisis de riesgos potenciales en materia de seguridad y elaboración de sistemas de

72 Carlos J. Orozco et al., *Guía para la elaboración del plan de gestión integral de residuos de construcción y demolición (RCD) en obra* (Bogotá, Colombia: secretaría distrital de ambiente, 2014).

73 Secretaría del trabajo y prevision social, "Norma oficial mexicana NOM-031-STPS-2011, Construcción- condiciones de seguridad y salud en el trabajo.," *Diario oficial*, May 4, 2011.

74 Ibid.

seguridad y salud en la obra, lo cual debería involucrar los temas mencionados de manejo de materiales y sustancias peligrosas. Las obras de demolición no tuvieron restricción con respecto al tamaño, puesto que la cantidad a localizar en la región es mucho menor que las obras de construcción y se tomó para este estudio las que se localizaron en su momento.

Dentro de las obras en construcción se abarcaron las etapas de cimentación, muros, techos, azotea, acabados recubrimientos y pisos para la recolección de datos, ya que en un estudio realizado en la región por Marín (2000) se identificaron estas etapas como las principales generadoras de residuos; otras etapas como instalaciones eléctricas e hidrosanitarias no fueron incluidas puesto que éstas son realizadas en general por subcontratos y las empresas constructoras no las controlan directamente⁷⁵.

3.4. Revisión de las condiciones del entorno

Para poder documentar la problemática de los residuos de la construcción y demolición en el entorno, se realizó un primer acercamiento visitando de manera somera varias obras en construcción, las cuales en su mayoría cumplen con las características especificadas en el trabajo de investigación (tamaño, altura, tipo de obra); además, estas obras sirvieron para poder identificar aquellas que sean pertinentes para el estudio formal.

La visita a cada obra fue de un día, realizada en un lapso de entre una a dos horas; en dichas visitas, se recolectaron datos básicos de cada obra y una descripción de lo observado con la ayuda de una cédula diseñada para tal fin. El formato de dicha cédula se puede ver en el Apéndice 2 de este documento bajo el título de “Cédula 00”.

En la Tabla 4 se muestra las diferentes obras visitadas donde fue aplicada la cédula inicial y sus respectivas características. La leyenda puesta “fuera de Mérida” en dicha Tabla corresponde a obras que se ubican aledañas al anillo periférico de la ciudad y que a pesar de la distancia aún son parte de la jurisdicción de la ciudad.

⁷⁵ Marín González, “Cuantificación, tipificación y determinación del origen de desperdicios en la construcción masiva de vivienda.”

Tabla 4. Características de las obras que fueron visitadas. *Fuente: Elaboración propia.*

Obra visitada	Tipo de obra	Ubicación	Tamaño	
			Área (m ²)	Altura (m)
Obra 1	Hotel	Dentro de Mérida	1,600.00	20.00
Obra 2	Hospital	Dentro de Mérida	7,692.00	35.00
Obra 3	Parque temático	Fuera de Mérida	14,000.00	12.00
Obra 4	Centro comercial y hotel	Dentro de Mérida	7,000.00	45.00
Obra 5	Vivienda	Fuera de Mérida	48.20	2.00
Obra 6	Vivienda	Fuera de Mérida	45,000.00	6.00
Obra 7	Vivienda	Fuera de Mérida	--	7.60
Obra 8	Laboratorio	Fuera de Mérida	2,423.19	3.00
Obra 9	Vivienda	Fuera de Mérida	720.00	5.50
Obra 10	Centro recreativo	Dentro de Mérida	200.00	12.00
Obra 11	Vivienda	Dentro de Mérida	4,350.00	43.57
Obra 12	Vivienda	Dentro de Mérida	400.00	6.00
Obra 13	Centro comercial y hotel	Dentro de Mérida	6,500.00	37.00
Obra 14	Vivienda	Fuera de Mérida	350.00	7.40
Obra 15	Centro comercial y hotel	Dentro de Mérida	30,000.00	45.00
Obra 16	Plaza comercial	Dentro de Mérida	70,000.00	--
Obra 17	Vivienda	Fuera de Mérida	250,000.00	--
Obra 18	Oficinas	Dentro de Mérida	252.00	20.00
Obra 19	Bodegas	Fuera de Mérida	20,200.00	3.50
Obra 20	Vivienda	Dentro de Mérida	3,993.00	38.00
Obra 21	Local comercial	Dentro de Mérida	650.00	3.00
Obra 22	Biblioteca	Fuera de Mérida	512.00	15.00
Obra 23	Centro comercial	Dentro de Mérida	49,000.00	--
Obra 24	Vivienda	Dentro de Mérida	300.00	4.00
Obra 25	Comercial	Dentro de Mérida	1,500.00	7.00
Obra 26	Salones	Dentro de Mérida	358.00	8.10

De estas obras visitadas, se detectaron varios problemas respecto a los residuos de construcción, a los cuales se realizó una agrupación en problemas más generales de carácter puntual como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Problemas detectados en las obras visitadas y agrupadas en problemas puntuales. *Fuente: Elaboración propia.*

Grupo de Problemas	Problemas detectados
RCD en área de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> -Presencia de residuos dispersos en las zonas donde se encuentra laborando el personal de la obra. -RCD obstruyendo el paso de trabajadores o vehículos.
RCD no clasificado	<ul style="list-style-type: none"> -Detección de residuos mezclados con otros residuos de diferentes materiales o procedencias dentro de la obra. -RCD encontrado en varios puntos de las obras y sin un lugar específico donde colocarlos.
Problemas de seguridad en el trabajo	<ul style="list-style-type: none"> -No se encuentran señalización o letreros que recuerden la seguridad en el trabajo. -Trabajadores sin cascos o calzado adecuado para el trabajo. -Equipo inadecuado (andamios mal puestos, equipo inadecuado en trabajos de altura).
Preparación inadecuada de material	<ul style="list-style-type: none"> -Presencia de mortero o concreto seco y sin haber sido utilizado en la obra. -La preparación de mezclas es abandonada mucho tiempo. -El área donde se realizan las mezclas no es sobre un área que evite la pérdida de humedad o desperdicio de material.
Mal almacenamiento de materiales	<ul style="list-style-type: none"> -No existe un almacén o bodega de materiales. -Los materiales dejados a la intemperie, como el polvo o la grava, no cuentan con medidas para evitar que se pierda material o que se cuiden de las condiciones del clima como la lluvia.
Uso de elementos prefabricados	<ul style="list-style-type: none"> -A pesar de no ser un problema, se verifica si en las obras hubo el uso de elementos prefabricados, ya que su uso puede evitar, entre otras cosas, la generación de residuos.

En la Tabla 6, se muestran los grupos de problemas presenciados en cada una de las obras y cuáles de estos problemas fueron los más frecuentes.

Tabla 6. Grupo de problemas referente a los RCD detectados en las obras visitadas.
Fuente: Elaboración propia.

Obra visitada	Grupo de Problemas detectados					
	RCD no clasificado	RCD en área de trabajo	Seguridad en el trabajo	Uso de elementos prefabricados	Preparación inadecuada de material	Mal almacenaje de materiales
Obra 1	X	X				X
Obra 2	X	X		X		X
Obra 3	X	X	X	X	X	
Obra 4	X	X		X		
Obra 5	X	X	X			
Obra 6	X	X	X		X	
Obra 7	X	X	X			
Obra 8	X	X		X		
Obra 9	X	X	X	X	X	
Obra 10	X	X	X			
Obra 11	X	X	X			
Obra 12	X	X	X	X		
Obra 13	X	X		X		X
Obra 14	X	X	X		X	
Obra 15	X	X	X	X	X	
Obra 16	X	X		X	X	
Obra 17	X	X	X	X	X	X
Obra 18	X	X	X	X	X	X
Obra 19	X		X	X		
Obra 20	X			X		
Obra 21	X	X	X		X	X
Obra 22	X		X	X		
Obra 23	X	X		X		
Obra 24	X		X		X	
Obra 25				X	X	
Obra 26	X	X	X		X	X
% de obras con el mismo problema	96%	81%	65%	62%	46%	27%

Como se puede apreciar en la Tabla 6, el grupo de problemas con mayor frecuencia fue el de RCD no clasificado, con un 96% de incidencia, seguido de RCD en el área

de trabajo con un 81%. Esto nos deja ver claro que no se considera importante controlar los RCD en las obras y que no se toma con mucha importancia o se ignora que, al no clasificar el RCD y el no retirarlo del área de trabajo, pueden evitar problemas que se deriven de ellos como lo es el riesgo de seguridad debido a RCD o contaminación al ambiente.

Por el contrario, los problemas menos detectados fueron el mal almacenamiento de materiales, con un 27% de incidencias.

Se observó que el mal almacenamiento de materiales se debió a dos características:

- La carencia de una bodega para almacenar los materiales y protegerlos de las condiciones del ambiente.
- Materiales que no se pueden almacenar debido a los grandes volúmenes en que son manejados, como el polvo y la grava, son dejados a la intemperie.

Cabe señalar que el uso de elementos prefabricados no es considerado un problema, pero para el estudio se determinó que era importante conocer si estos materiales eran utilizados en las obras y conocer la razón por la cual eran elegidos. Como se ve en la Tabla 6, en el 62% de las obras se utilizaron dichos materiales; el motivo del uso de prefabricados, según lo dicho por responsables de obra a quienes se les pudo preguntar, era por reducir tiempos de operación o porque así lo estipulaba el contrato.

Otras de las cosas a notar es que, las pocas obras que mantienen limpia su área de trabajo son las que tienen un menor porcentaje de problemas detectados, ya que estas obras contaban con encargados de vigilar que se mantuvieran seguras las áreas de trabajo.

En las últimas obras de la lista, a partir del número 16, se dio la oportunidad de preguntar sobre la existencia de personal encargado de la seguridad en las obras, así como si se utilizaba alguna normativa o documento referente a este tema y el sistema de gestión de RCD. Como se puede ver en la Figura 1, el 73% indicó que contaban con al menos una persona o personal encargado de la seguridad en la obra, así como el mismo porcentaje indicó seguir alguna normativa referente a seguridad.

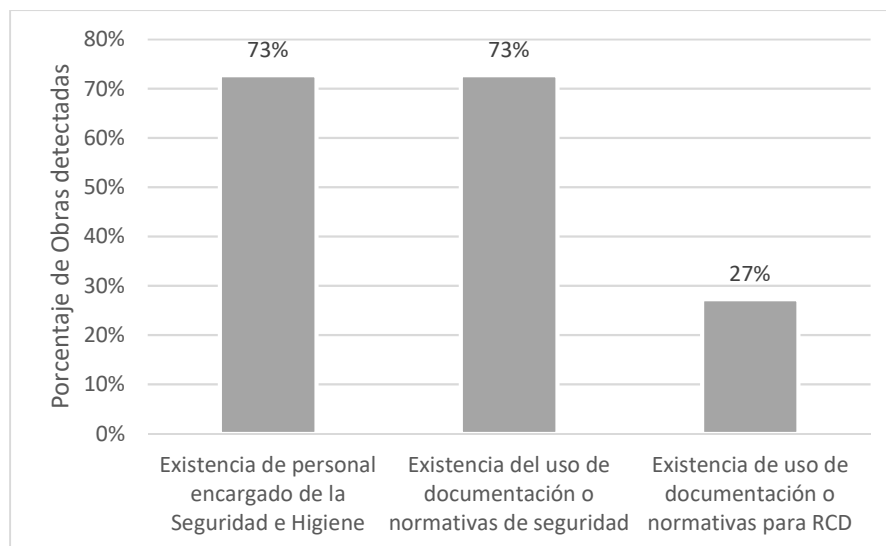


Figura 1. Existencia de personal y documentos en las obras para la gestión de seguridad y de RCD. Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, como se observa en la Figura 2, sólo cuatro de las once obras cumplen con el 100% de uso del equipo de básico de seguridad, consistente en casco, botas, chaleco reflejante y arnés para trabajos de altura, por lo que hay una contradicción notoria con lo dicho por los sujetos a quienes se preguntó.

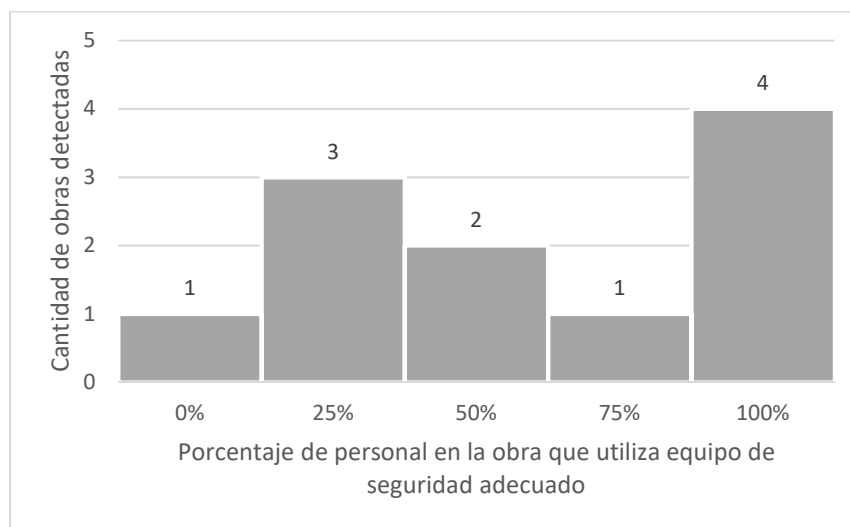


Figura 2. Porcentaje de personal en la obra que utiliza equipo de seguridad adecuado. Fuente: Elaboración propia

Toda la información presentada en este apartado sirvió para ofrecer un panorama general de la situación actual dentro de las obras en lo referente a la temática de los RCD, así también, se pudo conocer que es lo que se podría llegar a ver al momento

de realizar las observaciones formales; y comenzar la realización de las herramientas de medición pertinentes para la triangulación.

Los datos obtenidos mostraron que se requiere más información para el estudio; es por ello que, gracias a éstos y al apoyo de las buenas prácticas seleccionadas de la literatura, se determinaron qué elementos son necesarios observar a detalle.

3.5. Herramientas de medición

Como se mencionó anteriormente, el método de la triangulación requiere de dos o más herramientas en conjunto. Como herramienta principal para la triangulación se realizó la observación en cada una de las obras visitadas, y para complementarla se realizaron entrevistas para los responsables de dichas obras y de los sitios a donde eran trasladado los residuos; otra herramienta complementaria fue la selección de sistemas de gestión de RCD que sirvieron para fundamentar este trabajo.

3.5.1. Sistemas de gestión de RCD revisados

Para poder elaborar de manera adecuada las herramientas a utilizar en este trabajo de investigación, se hizo una revisión de las buenas prácticas pertenecientes a los sistemas de gestión mencionados en la sección 2.4.3. de la revisión de la literatura, para a partir de ahí elaborar el siguiente listado (ver Tabla 7).

Tabla 7 (Parte 1). Buenas prácticas identificadas. *Fuente: Elaboración propia.*

Buenas prácticas		Sistemas de gestión					
		CMIC	Colombia	Cantabria, España	Madrid, España	New York	U. Europea
Fase de proyecto	Estimación de los RCD que se generarán en obra.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Identificación de los conceptos de trabajo donde se emplearan materiales de reuso y reciclaje, así como los tipos de residuos que se generaran del proceso de la obra.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Instruir al equipo de diseño para consultar la lista de principales materiales reciclables mientras se desarrolla el sistema de gestión de RCD del proyecto.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Discutir y revisar los objetivos de gestión de residuos como parte de las reuniones de progreso del proyecto.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Acordar con el dueño o propietario para el empleo de materiales de reuso y reciclaje.	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Tabla 7 (Parte 2). Buenas prácticas identificadas. Fuente: *Elaboración propia.*

Buenas prácticas		Sistemas de gestión						
		CMIC	Colombia	Cantabria, España	Madrid, España	New York	U. Europea	
Dentro de la obra	I. Generación y minimización de los residuos	Desarrollo de un plan de minimización de RCD en las empresas constructoras.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Establecer convenio de cooperación y colaboración con proveedores de materiales e insumos de la construcción.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Uso de elementos prefabricados.	✓				✓	
		Realizar un correcto mantenimiento del almacén.	✓					
		Cumplir con los requisitos de almacenamiento de cada material.	✓	✓				
		Preparar las cantidades necesarias de materiales consumibles.	✓	✓			✓	
		Discutir sobre la gestión de residuos en las reuniones de trabajo.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Proveer de seminarios sobre diseño sustentable y gestión de RCD.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	II. Separación y almacenamiento de residuos en obra	Clasificación de los RCD	✓	✓	✓	✓		✓
		Establecer sitios determinados de almacenamiento temporal de RCD según su tipo.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Almacenamiento de residuos en recipientes tapados.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Instruir al personal que labora de la obra sobre el tema de los RCD.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Identificar personas o empresas interesadas en recibir materiales reciclables, resultantes de las actividades de la obra.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Limpieza del área de trabajo.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Clasificar los residuos peligrosos según los símbolos de peligrosidad.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Existencia en la obra de una zona específica para el almacenamiento de residuos y envases considerados peligrosos.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Almacenar los residuos peligrosos lejos de focos de calor o llamas.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Los envases vacíos de combustibles, aceites y otros deben almacenarse en zonas e residuos peligrosos.	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
No incinerar residuos en la obra ni verter sustancias contaminantes en redes de saneamiento ni en caces públicos.	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
III. Demolición	Demolición selectiva		✓	✓	✓	✓	✓	

Tabla 7 (Parte 3). Buenas prácticas identificadas. Fuente: *Elaboración propia*.

Buenas prácticas		Sistemas de gestión						
		CMIC	Colombia	Cantabria, España	Madrid, España	New York	U. Europea	
Fuera de la obra	I. Acopio y transporte	Control documental de cada traslado.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Mecanismo de reducción de RCD en el acopio y el traslado de residuos.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Contratar servicios formales para el traslado de los residuos.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Acreditar de forma oficial a los transportistas	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	II. Reuso y reciclaje	Reusar y reciclar los RCD.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Promover el mayor número posible de licitaciones de obra que incorporen en sus requerimientos reutilización y reciclaje.	✓		✓	✓	✓	✓
		Proveer de seminarios sobre diseño sustentable y gestión de RCD.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
III. Disp. Final	Utilización de sitios autorizados para disposición final.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	

La Tabla 7 fue creada a partir de la estructura del plan de manejo de RCD de la CMIC, ya que dicho plan se encuentra acorde a las normas y leyes de nuestro país, por lo que su estructura fue adecuada como punto de partida para listar de manera ordenada las buenas prácticas que se pueden realizar dentro y fuera de las obras de construcción.

Con esta estructura como base, se realizó la verificación de las buenas prácticas en los demás sistemas de gestión revisados, detectando semejanzas con los encontrados en el documento de la CMIC. También se agregó la demolición selectiva, práctica que no es encontrada en el plan de manejo utilizado como base.

De las prácticas listadas en la Tabla 7, se seleccionaron las que fueron factibles para realizar el diagnóstico de los RCD de este estudio, ya que se necesitaba que estas tuvieran dos características importantes:

- Puedan ser observable dentro o fuera de obra.
- Pueda realizarse preguntas a los entrevistados de interés,

A continuación, se muestran las buenas prácticas que fueron descartadas y el motivo por el cual no fue elegida cada una de ellas (ver tabla 8).

Tabla 8. Buenas prácticas descartadas. Fuente: elaboración propia.

Buenas prácticas descartadas	Justificación
Estimación de los RCD que se generarán en obra.	Estas prácticas son realizadas durante la fase de proyecto, antes de la fase de construcción, por lo que no pueden ser apreciadas dentro o fuera de las obras.
Identificación de los conceptos de trabajo donde se emplearán materiales de reúso y reciclaje, así como los tipos de residuos que se generarán del proceso de la obra.	
Instruir al equipo de diseño para consultar la lista de principales materiales reciclables mientras se desarrolla el sistema de gestión de RCD del proyecto.	
Discutir y revisar los objetivos de gestión de residuos como parte de las reuniones de progreso del proyecto.	
Acordar con el dueño o propietario para el empleo de materiales de reúso y reciclaje.	
Revisar el plan de gestión de RCD con los contratistas en los reportes periódicos.	Se debe en primer lugar conocer si en las obras se sigue algún plan de manejo de RCD.
Discutir sobre la gestión de residuos en las reuniones de trabajo.	El tipo de observación a realizar no permite la integración en reuniones de trabajo, ya que la presencia del observador podría implicar una alteración en las actividades normales de la obra.
Proveer de seminarios sobre diseño sustentable y gestión de RCD.	Su apreciación no contribuiría al estudio ya que se necesita ver actividades que impacten directamente a los RCD dentro y fuera de las obras.

El Apéndice 1 contiene una serie de tablas que muestran la selección final de las buenas prácticas para dentro y fuera de las obras destinadas para el estudio en cuestión, además de una descripción de cada una de ellas. Dichas tablas también indican qué método fue utilizado en la recolección de datos para cada buena práctica seleccionada junto con la herramienta generada para tal fin.

3.5.2. La observación

El método de observación implica estar atento a los detalles, sucesos, eventos e interacciones; los propósitos esenciales de la observación en la investigación cualitativa son explorar ambientes, describir éstos, así como las actividades que se desarrollan en ellos, las personas que participan en tales actividades, comprender procesos e identificar problemas para luego generar hipótesis⁷⁶.

El observador para este estudio, dentro y fuera de las obras, fue de manera pasiva, en la cual se estuvo presente, pero no se interactuó directamente con los eventos que se presenciaron⁷⁷; esto fue para no alterar los eventos que ocurrieron ya que de esta manera la observación puede dar una imagen instantánea de lo que realmente sucede y disminuye el riesgo de que los sujetos modifiquen sus hábitos de conducta por la presencia del investigador.

a) Elaboración de las herramientas de observación

Las herramientas utilizadas en la observación fueron cédulas creadas a partir de las buenas prácticas identificadas en los sistemas de gestión de RCD que fueron revisados con anterioridad.

Para realizar las observaciones y recopilar los datos necesarios tanto fuera como dentro de las obras se elaboraron ocho cédulas, la cuales se clasifican de la siguiente manera:

- Para dentro de las obras:
 - C01 Entrega de materiales
 - C02 Uso de prefabricados
 - C03 Almacén
 - C04 Preparación de material

⁷⁶ Hernández Sampieri, Fernández Collado, and Baptista Lucio, *Metodología de la Investigación*.

⁷⁷ Ibid.

- C05 Clasificación de RCD peligroso
- C06 Clasificación de RCD no peligroso
- C07 Comportamiento del personal
- Para fuera de la obra:
 - C08 Transporte de RCD

El formato correspondiente a cada cédula se puede ver en el Apéndice 2 de este trabajo. Cada una de estas cédulas fue aplicada a las cuatro obras anteriormente mencionadas.

b) Prueba piloto de las herramientas de observación

Esta prueba consistió en administrar los instrumentos de medición para la observación en una obra con características similares a las ya definidas en la investigación (tamaño, elementos constructivos colados en sitio), esto sirvió para la validación y confiabilidad de los instrumentos⁷⁸.

La prueba piloto se realizó en una obra destinada a la construcción masiva de viviendas, la cual cuenta con un área de construcción de 5,400 m² y se encontraba en la etapa de cimentación.

El periodo de observaciones tuvo una duración de cinco días hábiles con una duración diaria de una jornada laboral de ocho horas.

Con los resultados obtenidos durante este periodo, se realizaron las siguientes modificaciones a las herramientas:

- Se cambió el formato de llenado de las cédulas de observación, puesto que éstas quedaron pobremente llenadas con el formato planteado en un principio, por lo que se realizaron cambios a un modo de llenado a dos respuestas: “sí y no” (ver figura 3).

78 Hernández Sampieri, Fernández Collado, and Baptista Lucio, *Metodología de la Investigación*.

Cédula inicial								
Proveedor	Material entregado por el proveedor	Forma de entrega		Tipo de material del empaque	El proveedor se lleva los empaques		Observaciones	Registro de documentación en audio
		Empaquetado	Suelto		Si	No		

Cédula modificada									
Proveedor	Material entregado por el proveedor	Material a granel		Se entrega empaquetado		El proveedor se lleva los empaques		Observaciones	Registro de documentación en audio
		Si	No	Si	No	Si	No		

Figura 3. Ejemplo de cambio en el formato de una de las cédulas de observación luego de aplicar la prueba piloto. Fuente: elaboración propia.

- Se determinó el periodo de las observaciones a veinte días por intervalos. En un principio se pretendía observar las obras desde el inicio hasta el término de éstas, lo cual eran períodos de tres a cuatro meses dependiendo de la obra. Se reduce el tiempo para cada obra a veinte días, ya que según la lista de cotejo en el estudio realizado por Ramón Marín (2000)⁷⁹, la parte más representativa de las obras donde se localizan la mayor cantidad de RCD son en las etapas de cimentación, muros techos, acabados, recubrimientos y pisos; por lo que las observaciones se realizan dentro de estas etapas y no requiere quedarse en todo el tiempo de vida de la obra. Por intervalos se refiere a dividir el tiempo de observación para poder abarcar la mayoría de las etapas constructivas a abarcar; en cada intervalo se indica la presencia o ausencia de un evento, independientemente de cuantas veces haya ocurrido; útil para saber cuándo no se sabe el principio y término de un evento⁸⁰, como es el caso de este estudio.
- Se determinó el tiempo de observación a cuatro horas promedio por día, buscando que sean horas productivas dentro de la obra. Esto debido a que no se consideró necesario quedarse un jornal completo para recolectar los datos necesarios para las cédulas.

79 Ramón E. Marín González, "Cuantificación, tipificación y determinación del origen de desperdicios en la construcción masiva de vivienda" (Universidad Autónoma de Yucatán, 2000).

80 Hernández Sampieri, Fernández Collado, and Baptista Lucio, *Metodología de La Investigación*.

En el tiempo que duró la prueba piloto no se presenció el traslado de RCD hacia un destino final, por lo que este evento se tomará como un evento aleatorio ya que no hay un tiempo específico para presenciar éste.

c) Aplicación de las herramientas de observación

Una vez concluidas las correcciones hechas en la prueba piloto, se realizaron las observaciones a la muestra del estudio dentro y fuera de las obras de edificación.

Además de las cédulas empleadas, se tuvo la ayuda de un dispositivo de grabación de voz con el que se tomó registro de manera narrativa-descriptiva de lo que se presenció durante las observaciones; de igual manera se realizó un registro fotográfico cuando fue pertinente.

3.5.3. La entrevista

La realización de entrevistas fue otro de los métodos utilizados para la recolección de información. La entrevista presenta ventajas como el centrarse en un tema particular de estudio y el de proveer información adicional que puede ser inferida a través de la interpretación de respuestas⁸¹.

Debido al tema que se trata y la naturaleza de la información, la entrevista se basó en preguntas abiertas, ya que de esta manera fue posible obtener la opinión de el entrevistado sobre las razones por las que realiza o no el manejo de los RCD tanto dentro como fuera de las obras.

Las características de los sujetos entrevistados fueron las siguientes:

- i. Dentro de las obras fueron entrevistados:
 - Responsables de obra en donde se realizaron las observaciones correspondientes, es decir, supervisores o residentes, ya que éstos son los que están más en contacto en el trabajo de campo y en contacto con el personal que labora en la construcción.

81 Robert K. Yin, *Case study research: design and methods. Applied social research methods series*, Sage publi (London, UK, 2003).

ii. Fuera de las obras fueron entrevistados:

- Representantes de instituciones y dependencias que presenten interés sobre el tema de los RCD, ya que su opinión y conocimiento acerca de éstos es relevante para el estudio.

a) Elaboración de las herramientas para la entrevista

Al igual que en las cédulas de observación, se tomaron las buenas prácticas y se evaluó cuáles eran aptas para realizar las preguntas para la entrevista correspondiente. En el Apéndice 1 se señala qué buenas prácticas fueron tomadas para realizar las preguntas de las entrevistas al igual del número de pregunta correspondiente a cada cuestionario elaborado.

Fueron dos los cuestionarios desarrollados, los cuales corresponden a responsables de obra y al representante de la institución de gobierno responsable del desarrollo urbano y medio ambiente de la Entidad. Estos cuestionarios se localizan en el Apéndice 3 de este trabajo de investigación bajo los siguientes nombres:

-Cuestionario para la entrevista a empresa constructora.

-Cuestionario para la entrevista a institución de gobierno.

b) Prueba piloto de la entrevista

La prueba piloto de la entrevista fue aplicada en la misma obra que se realizaron las observaciones piloto. El resultado de la prueba determinó que las preguntas realizadas no requerían ser modificadas, por lo que se mantuvo su formato inicial.

c) Aplicación de las herramientas de entrevista

La entrevista se realizó una vez concluida la etapa de la observación y no antes o durante ésta, esto debido a que dicha observación se necesita realizar sin tener prejuicios o ideas iniciales de lo que podríamos encontrar en los escenarios del estudio en cuestión; por lo que la entrevista servirá para complementar la información que no se haya podido recolectar sólo con la observación, o bien para confirmarla.

Se utilizó un dispositivo de grabación de voz para la entrevista, el cual tuvo como contribución al trabajo el garantizar veracidad y confiabilidad de la información que se obtuvo. Esta herramienta también tuvo el propósito de sustentar el método de la triangulación, permitiendo revisar y analizar el contenido a fin de mantener la mayor cantidad de información para su posterior análisis.

Con la entrevista se obtuvo la percepción que tienen los entrevistados sobre el manejo de los RCD y contrastarla con lo observado en el campo, permitiendo inferir posibles razones por las cuales se da o no un correcto manejo de los residuos de la construcción y demolición en la región.

3.7. Análisis de datos

El análisis implica organizar los datos recogidos, transcribirlos a texto cuando resulta necesario y codificarlos. Debido a que este trabajo es de carácter cualitativo, es difícil valorar algunos criterios; es por ello por lo que se utilizó el método de la triangulación para analizar los datos que la investigación generó.

Una de las ventajas de la triangulación es que cuando dos estrategias arrojan resultados muy similares, esto corrobora los hallazgos; pero cuando, por el contrario, estos resultados no lo son, la triangulación ofrece una oportunidad para que se elabore una perspectiva más amplia en cuanto a la interpretación del fenómeno en cuestión, porque señala su complejidad y esto a su vez enriquece el estudio y brinda la oportunidad de que se realicen nuevos planteamientos⁸².

Para analizar los datos obtenidos mediante la triangulación, se utilizó el cuadro de triple entrada, el cual es un organizador de información que apoya para la construcción de instrumentos desde un objetivo particular de recolección de datos⁸³

El cuadro de triple entrada tiene un formato específico en el cual debe contener cierta información esencial antes de ser utilizado; estos datos importantes deben colocarse

82 Mayumi Okuda Benavides and Carlos Gómez-Restrepo, "Metodología de investigación y lectura crítica de estudios: métodos en investigación cualitativa: triangulación," *Revista colombiana de psiquiatría* XXXIV, no. 1 (2005): 118–24, <http://www.scielo.org.co/pdf/rcp/v34n1/v34n1a08.pdf>.

83 María Soledad Ramírez Montoya, "Triangulación de instrumentos para análisis de datos" (Nuevo León, Monterrey: Instituto Tecnológico y Estudios Superiores de Monterrey, 2010).

en la primera columna y en el encabezado de la tabla descrita a continuación (ver Tabla 9).

Elementos de la primera columna:

- Se debe colocar las **categorías** de estudio. Las categorías son las grandes áreas en las que podemos "dividir" el marco contextual de la investigación. Es conveniente señalar que sólo deben seleccionarse categorías que estén relacionadas con la temática y pregunta que se abordará en el estudio. En este estudio las categorías a abordar son las buenas prácticas dentro de la obra y buenas prácticas fuera de la obra.
- Incorporar cuáles son los **indicadores** que ayudarán a conocer cada categoría. Los indicadores son los elementos descriptivos que ayudarán a describir a la categoría. Los indicadores tratados en este estudio fueron cada una de las buenas prácticas seleccionadas para el manejo y gestión de los RCD.
- Después de mencionar los indicadores, se redacta las **preguntas** que se desprendan de estos; las preguntas son el aterrizaje práctico para indagar en ellos.

En el encabezado de la tabla:

- Se debe colocar quiénes son las **fuentes** indicadas de donde se obtuvo la información de cada pregunta de los indicadores. Para el estudio las fuentes fueron las obras y la demolición visitadas, así como la institución de gobierno entrevistada.
Cabe destacar que en las fuentes se encontrará también la revisión de la literatura que nos ha servido para respaldar y validar las categorías e indicadores; los sistemas de gestión de RCD revisados fue la información donde se extrajeron las buenas prácticas y sirven de validación de la información.
- Posterior a las fuentes se incorpora con qué **instrumento** cada fuente logró ofrecer la información necesaria. La entrevista, observaciones y los sistemas de gestión son los instrumentos que se utilizaron para el estudio en cuestión.

Tabla 9. Formato del cuadro de triple entrada. *Fuente: Cuadro de triple entrada para construir instrumentos*⁸⁴.

Fuentes e Instrumentos			
	Categorías e indicadores <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pregunta</i> ▪ <i>Pregunta</i> 		
CATEGORIA O CONSTRUCTO A <ul style="list-style-type: none"> Indicador <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pregunta</i> ▪ <i>Pregunta</i> Indicador <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pregunta</i> ▪ <i>Pregunta</i> Indicador <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pregunta</i> ▪ <i>Pregunta</i> 			
CATEGORIA O CONSTRUCTO B <ul style="list-style-type: none"> Indicador <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pregunta</i> ▪ <i>Pregunta</i> Indicador <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pregunta</i> ▪ <i>Pregunta</i> Indicador <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pregunta</i> ▪ <i>Pregunta</i> 			

Una vez generado el formato del cuadro de triple entrada, el siguiente paso es marcar en la tabla cada una de las casillas en donde para cada indicador se indica qué fuente sirvió para obtener la información y con qué herramienta fue aplicada cada pregunta de los indicadores; en la revisión de la literatura se hará referencia al documento donde fue encontrado la información que respalde lo que se conoce acerca de cada una de las buenas prácticas presentes en la tabla.

En la Tabla 10 se coloca un cuadro ejemplo de cómo una buena práctica fue puesta como indicador con sus respectivas preguntas sobre el tema, a cada pregunta del indicador se fue marcando cuales fueron las fuentes que sirvieron para obtener la información y con qué herramienta se obtuvo dicha información.

⁸⁴ María Soledad Ramírez Montoya, "Cuadro de triple entrada para construir instrumentos" (Nuevo León, Monterrey: Escuela de graduados en educación (ITESM), 2010).

Tabla 10. Formato ejemplo del cuadro de triple entrada. Fuente: elaboración propia.

Buenas Prácticas	Obra A		Obra B		Obra C		Obra D		Dem.	Inst. de gob.	Revisión de literatura
	Obs.	Ent.	Obs.	Ent.	Obs.	Ent.	Obs.	Ent.	Obs.	Ent.	
Categoría: Dentro de la obra: I. Generación y minimización de los residuos											
I.2. Establecer convenios de cooperación y colaboración con proveedores de materiales e insumos de la construcción.											
-¿Cuáles son los principales materiales que más les genera residuos por empaque y embalajes al ser suministrados por sus proveedores?	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			(PMRCD-CMIC, pág. 34) (RCD-Colombia, pág. 23) (RCD-España01, pág. 26) (RCD-España02, pág. 292) (RCD-EUA, pág. 21) (RCD-UE, pág. 11)
-¿De qué tipo de empaques y embalajes son los que le generan residuos?	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
-¿Existe algún convenio con uno o más proveedores para retirar fuera de la obra los empaques y embalajes de los materiales suministrados?	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
-¿Con qué proveedores tienen este tipo de convenio?	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
-¿En qué consiste dicho convenio?		✓		✓		✓		✓			
-¿Qué tanto le impacta en la obra el que los proveedores no se lleven los empaques y embalajes?		✓		✓		✓		✓			

Una vez terminada la tabla se estructura cada buena práctica organizando su información correspondiente para llevar a cabo el análisis en un formato ordenado, esta información organizada puede verse en el Apéndice 4 de este documento.

Con base en el análisis de datos se obtuvieron los resultados que permiten hacer el diagnóstico de las acciones acerca del manejo y la disposición final de los residuos de construcción y demolición dentro y fuera de las obras de edificación de la ciudad de Mérida, Yucatán.

3.8. Determinación de los principales obstáculos

Para cumplir con el objetivo específico de determinar los principales obstáculos que impiden una buena gestión de los RCD en la región, se elaboró un árbol de problemas.

El árbol de problemas es una técnica que se emplea para identificar todos los problemas vinculados con un tema específico o con una situación dada, utilizando la relación causa-efecto⁸⁵.

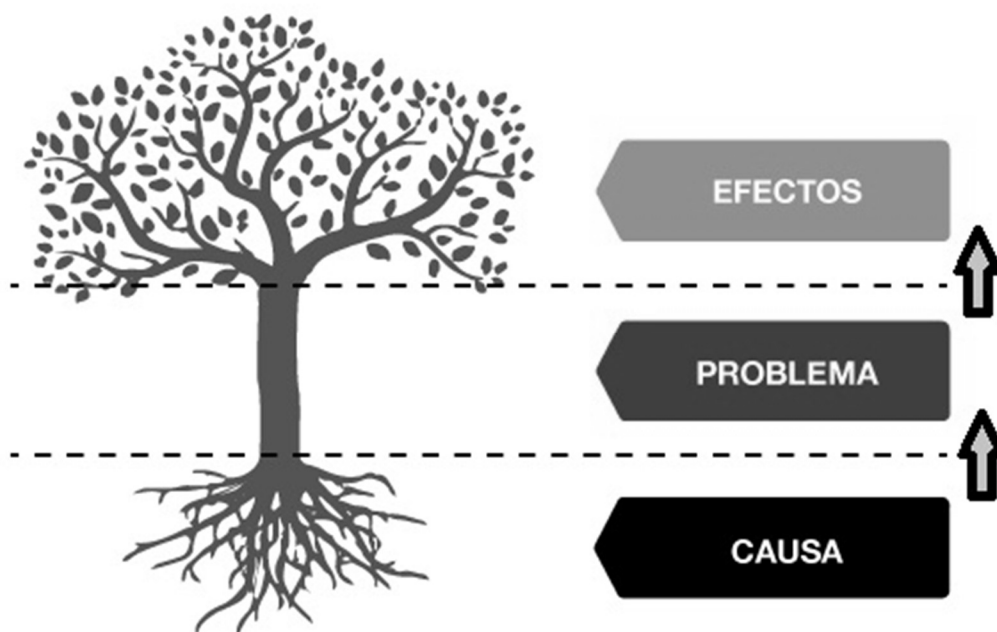


Figura 4. Diagrama del árbol de problemas.

Como se puede ver en la Figura 4, el tronco del árbol es el problema central, las raíces son las causas y la copa los efectos. La lógica es que cada problema es consecuencia de los que aparecen debajo de él y, a su vez, es causante de los que están encima, reflejando la interrelación entre causas y efectos⁸⁶.

Para construir el árbol de problemas que sirvió para cumplir con el objetivo específico de determinar los principales obstáculos que impiden una buena gestión de los residuos de construcción y demolición se consideraron los siguientes pasos⁸⁷:

⁸⁵ Percy Bobadilla, "Metodología para el diseño de proyectos de desarrollo," *diseño y evaluación de proyectos de desarrollo*, ed. Ra editores (Lima, Perú, 1998), 30–43.

⁸⁶ Rodrigo Martínez and Fernández Andrés, *Metodologías e instrumentos para la formulación, evaluación y monitoreo de programas sociales, Gestión de programas sociales: del diagnóstico a la evaluación de impactos* (CEPAL, 2010).

⁸⁷ Ibid.

1. Formular el problema central. Éste está relacionado con el objetivo principal del trabajo, a partir de él y junto con el análisis de datos y resultados obtenidos se logró determinar el problema central.
2. Identificar cuáles son, o podrían ser, las causas más importantes del problema central y sus interrelaciones (raíces). Se seleccionaron dentro de la colección de datos obtenida, las causas que respondían de forma directa a por qué sucede el problema central; una vez identificadas dichas causas se aplicó el mismo proceso a estas para reconocer sus causas más directas.
3. Identificar los efectos o consecuencias más importantes del problema y sus interrelaciones (ramas). Al igual que con las causas, los efectos surgieron de los datos obtenidos; su desarrollo inicia en el problema principal relacionando que tipo de consecuencias trajo éste.
4. Revisar el razonamiento para verificar si la relación causa-efecto son correctas y asegurar no haber omitido alguna vinculación.

Las causas generadas en este procedimiento son los principales obstáculos a combatir que fueron identificados, y el desarrollo del árbol señala la relación que tienen estos con el problema principal.

3.9. Establecimiento de una propuesta de mejoramiento de la gestión y manejo de los RCD

Para cumplir con el último objetivo específico de establecer una propuesta para lograr el mejoramiento de la gestión y manejo de los residuos de construcción y demolición, se propusieron acciones que el actual plan de manejo de RCD de la CMIC pudiera anexar para complementar su contenido. Se trata puntos que no se encuentran dentro de este plan los cuales son resultado del diagnóstico elaborado.

Capítulo 4. Resultados y Discusión

En este capítulo se presentan los resultados del análisis de la información recolectada en las obras que forman parte de esta investigación acerca de la gestión de los RCD, y con ello poder realizar el diagnóstico de la situación actual en cuanto a residuos de construcción y demolición en la ciudad de Mérida.

Los resultados quedan divididos en dos apartados:

- Resultados dentro de la obra, con 18 buenas prácticas.
- Resultados fuera de las obras, con 7 buenas prácticas.

Cada apartado contiene cada una de las buenas prácticas para el manejo de RCD realizando una discusión correspondiente a cada una de estas.

Los resultados se presentan en su mayoría en figuras y tablas para un mejor entendimiento del lector; de igual manera se puede tener acceso a la información completa en el Apéndice 4 de este documento.

El Apéndice 4 corresponde a tablas de información utilizando el cuadro de triple entrada; cada tabla corresponde a una de las 25 buenas prácticas y cuyo contenido es el siguiente:

1. Título de la buena práctica evaluada.
2. La información tomada en el sitio para cada una de las cuatro obras, ya sea por observación y/ entrevista.
3. Información soporte compuesta por datos localizados en los sistemas de gestión revisados referente a la buena práctica evaluada e investigación adicional revisada en documentos de apoyo.

Como se ha mencionado en la metodología fueron cuatro las obras en construcción y una en demolición que fue la muestra de estudio para este trabajo. Las características de cada una de estas obras se presentan a continuación en la siguiente tabla (ver Tabla 11).

Tabla 11. *Obras de edificación seleccionadas para el estudio en cuestión.* Fuente: Elaboración propia.

Nombre	Tipo de obra	Tipo de uso	Tamaño de obra	Área de Construcción (m2)	Elementos constructivos principales
Obra A	Privada	Fraccionamiento	Mediana	5,400.00	Colados en sitio
Obra B	Pública	Palacio de Justicia	Mediana	3,650.00	Colados en sitio /Estructura de acero
Obra C	Privada	Residencia	Mediana	350.00	Colados en sitio
Obra D	Privada	Comercio	Mediana	744.00	Colados en sitio
Demolición	Privada	Demolición de Vivienda	Chica	100.00	Colados en sitio

4.1. Resultados dentro de las obras

4.1.1. Generación y minimización de residuos

Cada obra genera residuos y es necesario tomar acciones para minimizar éstos, para ello se debe tener en consideración medidas que consigan la reducción de la cantidad y peligrosidad generada, así como aquellas que alcanzan el reciclaje en origen (desde la fábrica o entregadas en sitio).

-Desarrollo de un plan de minimización de RCD

Se determinó que en ninguna de las obras visitadas se encuentran siguiendo un plan formal para la gestión y minimización de RCD, pero en todas ellas se realizan acciones para controlar residuos, según palabras de los entrevistados, las cuales consisten en el desalojo de material de excavación y escombro, ya sea para reutilizarse como material de relleno o para desalojarse en algún sitio fuera de la obra (ver Tabla 12); sin embargo, estas acciones son mínimas, comparándolas con las mencionadas en el plan de manejo de la CMIC y otros sistemas de gestión.

Tabla 12. *Acciones de manejo de RCD realizadas en las obras según lo dicho por los responsables entrevistados de cada obra.* Fuente: Elaboración propia.

Obra	Acciones realizadas (según el entrevistado)
Obra A	Contratación de volquetes para el transporte de escombros y material de excavación para utilizar en obra como relleno en la construcción o para desalojar de la obra y tirar a los basureros.
Obra B	Se transporta residuos producto de la excavación y escombros a bancos de materiales autorizados o se dispone a otras obras para que sean reciclados.
Obra C	Se solicita un camión de volteo cada cierto tiempo para que venga a recoger escombros y material de excavación que no se utilizará.
Obra D	De vez en cuando se solicita un volquete para que venga a recoger escombros, el resto de basura se les pide a los trabajadores que la recojan y depositen en bolsas.

Durante las observaciones realizadas, la obra B registró la realización de otras acciones además de las mencionadas por el residente de obra entrevistado; estas a pesar de no ser mencionadas, son consideradas como buenas prácticas. El que no hayan sido mencionadas por el entrevistado puede deberse a que no se conoce de manera clara qué acciones son consideradas para el manejo de RCD.

Tales acciones observadas fueron:

- El uso de áreas cercadas destinadas para la colocación de residuos: separándolos y clasificándolos en metales, madera, escombros, basura general y residuos especiales.
- Recolección de basura y separación de reciclados: periódicamente un personal seleccionado recorría la obra en busca de residuos para depositarlos en las áreas destinadas a ellos, separando y clasificando lo recolectado para depositarlo en el área correspondiente.

En México, la Norma Oficial Mexicana que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial (NOM-161-SEMARNAT-2011) tiene un listado de cuáles de estos deben someterse a plan de manejo, mencionando dentro de éste a los

residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general, que se generen en una obra en una cantidad mayor a 80 m³.⁸⁸

En base a lo dicho por esta Norma Oficial Mexicana, se hizo el esfuerzo de realizar el cálculo de la generación de RCD en metros cúbicos de cada una de las obras en construcción presentadas en este trabajo, con el fin de conocer la cantidad aproximada que éstas pudieran estar generando; para ello se utilizaron dos métodos distintos tomados de diferentes sistemas de gestión de residuos para realizar la comparativa entre ambos.

El primer método fue tomado del anexo III del documento de la CMIC, el cual consiste en un algoritmo adecuado al programa estatal para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial de Aguascalientes, el cual se compone de la siguiente manera⁸⁹:

$$G_{RC} = M_C f_v i P_{RC}$$

Donde: G_{RC} es la generación total de residuos de la construcción (Ton), M_C la superficie de obra construida (m²), f_v el factor de volumen de obra (.85 m³/m²), i el porcentaje de residuos de construcción por m³ (6.8%) y P_{RC} el peso volumétrico promedio de RCD (1.5 ton/m³).

El segundo método aplicado es el utilizado en la gestión de RCD en Chile, el cual multiplica por un factor de 0.235 (para todo tipo de edificación) o 0.200 (para obras de edificación de casas) los metros cuadrados construidos para obtener en promedio la generación de RCD mensual de una construcción⁹⁰.

Los valores, como resultado de la aplicación de ambos métodos son presentados en la Tabla 13.

⁸⁸ Secretaría de medio ambiente y recursos naturales, "NOM-161-SEMARNAT-2011, Que Establece Los Criterios Para Clasificar a Los Residuos de Manejo Especial y Determinar Cuáles Están Sujetos a PlandeManejo; El Listado de Los Mismos, El Procedimiento para La Inclusión o Exclusión a Dicho Listado; Así Como Los El," *Diario Oficial* 12 (2013): 12–38.

⁸⁹ CMIC, "Plan de Manejo de Residuos de La Construcción y La Demolición."

⁹⁰ Alcaldía de Medellín, "Gestión de Residuos de La Construcción y La Demolición," 2012, 1–7.

Tabla 13. Información de los metros cúbicos de RCD generados en las obras utilizadas en el estudio realizando las operaciones mencionadas en el plan de manejo de RCD de la CMIC y en el sistema de gestión de RCD de Chile. Fuente: Elaboración propia.

Obra	Área de construcción (m ²)	CMIC	Chile
		Generación RCD total (m ³)	Generación RCD mensual (m ³)
A	5,400.00	312.12	1,269.00
B	3,650.00	210.97	857.75
C	350.00	20.23	70.00
D	744.00	43.00	174.84

Con esta tabla podemos observar que a pesar de que los resultados obtenidos por los diferentes métodos varían en gran medida, al menos en dos de las obras (obra A y obra B) se superan los 80 m³ de generación de residuos; debido a ello, de acuerdo a lo establecido por la Norma Oficial Mexicana antes mencionada, en dichas obras se debería seguir un plan de manejo de RCD.

Por todo lo anterior se puede decir que hay desinformación sobre la obligatoriedad de un plan de manejo de RCD en las obras y el conocimiento de las buenas prácticas; como consecuencia no se realizan en las obras las acciones necesarias para el manejo y control de los RCD.

-Convenio con proveedores

En todas las obras se carece de convenios con los proveedores para el retiro de RCD por empaques y embalajes, tanto proveedores como constructores sólo se limitan a la acción de entregar y recibir material en la obra respectivamente; sólo en la obra B se percibió, mediante la entrevista realizada, como un impacto negativo el tener empaques de sus materiales utilizados acumulados en la obra, el resto de los entrevistados aseguraron no sentir que esto sea un impacto grande dentro de sus respectivas obras (ver Tabla 14).

Tabla 14. Convenio con proveedores para la minimización de RCD. Fuente: Elaboración propia.

Obra	Convenio con proveedores	Opinión del entrevistado sobre el impacto que se tiene en la obra el no tener convenio con proveedores
A	No	No impacta en la obra, ya que la empresa al manejarse por subcontratos, se les indica a los subcontratistas de cada uno de éstos que tienen la obligación de mantener su área de trabajo limpia, ellos se encargan del proceso de llevarse los residuos generados por el subcontrato de mano de obra.
B	No	Los empaques vacíos de material generan un costo en el indirecto a causa del desalojo de estos, generalmente se pagan el transporte de estos o se disponen de los vehículos propios de la empresa para desalojarlos fuera de la obra, pero generalmente es costo lo que se genera con ellos.
C	No	No se ve afectación por parte de los proveedores, ya que el material solicitado, como el cemento y la cal, son llevado a la obra por el propio responsable de la obra, el material con mayor volumen como block, polvo y grava son pedidos a la tienda de materiales, la cual se encarga de traerlos a la obra en un camión de carga, y los costales donde traen el polvo y la grava son regresados al chofer del camión de carga ya que el dejarlos nos generaría un costo extra por ellos.
D	No	No se ve impacto, ya que el material por lo general se compra directamente a la tienda de materiales y es transportado en el vehículo particular del subcontratista o del ingeniero encargado de la obra.

En todas las obras, los empaques vacíos de materiales que más generan residuo fueron las bolsas de cartón de materiales conglomerantes como cemento y pegazulejo; otros materiales más notorios fueron envolturas de plástico, tarimas y empaques de madera, y envoltorios de polietileno (ver Tabla 15).

Tabla 15. Diversos tipos de empaques de materiales observados en las obras.
Fuente: Elaboración propia.

Obra	Diversos tipos de empaques de material observados como residuos en las obras			
	Bolsas de cartón	Plástico	Madera en general	Polietileno
A	✓	✓	✓	✓
B	✓	✓	✓	✓
C	✓	X	X	X
D	✓	X	X	X

En los sistemas de gestión revisados se contempla el coordinar el suministro y transporte de materiales con el fin de evitar pérdidas y mezclas indeseables, así como de considerar una opción interesante el retorno de materiales que se vuelven sobrantes de una obra, sean retornados a la empresa fabricante o distribuidora de éstos.

Los envoltorios de sacos de cemento vacíos son un gran problema ya que los proveedores de este material no se pueden llevar dichos sacos vacíos al momento de entregar el material debido a la naturaleza del mismo, pero se podría realizar acuerdos para que una vez utilizado y retirado dicho material de su empaque, el proveedor pudiese buscar y retirar este residuo de la obra.

La falta de acuerdos para el desalojo de residuos entre constructores y proveedores de materiales hace que se pierdan oportunidades no sólo para minimizar los residuos de construcción por empaques y embalajes, sino que además pueden favorecerse económicamente a través del reciclaje.

Continuando mencionando los sacos de cemento vacíos, podemos mencionar que la empresa Holcim, en su plan llamado “Plan 2030” indica que acepta el reciclar las bolsas de cemento como aporte a la preservación del medio ambiente⁹¹. Con respecto a esto, en un diario de Colombia ubicado en la web, se menciona que dicha empresa

⁹¹ Holcim, “Plan 2030,” n.d., <https://www.holcim.com.mx/plan-2030-construyendo-para-el-manana>.

acepta dichos sacos de cemento por los cuales pagaría \$0.05 dólares colombianos por unidad entregada⁹².

-Uso de elementos prefabricados

Los elementos prefabricados identificados como más utilizados en las obras fueron el block de concreto, armex, la vigueta y la bovedilla. También se identificaron otros elementos en la obra B tales como losacero, columnas y viguetas de acero, y perfiles para muro cortina (ver Tabla 16).

Tabla 16. Materiales prefabricados identificados en las observaciones hechas de las obras. Fuente: Elaboración propia.

Obra	Materiales prefabricados observados						
	Block	Armex	Vigueta y bovedilla	Losacero	Columnas de acero	Viguetas de acero	Perfiles para muro cortina
A	✓	✓	✓	X	X	X	X
B	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓
C	✓	✓	✓	X	X	X	X
D	✓	✓	✓	X	X	X	X

Entre las respuestas dadas por los constructores sobre el motivo por el cual utilizaban dichos materiales, la más común fue que estos materiales son los acostumbrados para laborar en la región. La respuesta que además se esperaba obtener era que estos elementos eran utilizados para minimizar la generación de RCD, la cual fue una de las respuestas dadas por el entrevistado en la obra B (ver Tabla 17).

⁹² El Universo, "Los sacos de cemento servirán para el reciclaje," n.d., <https://www.eluniverso.com/2006/07/28/0001/18/E98E01DDEFB64BC09A893EC640FE3B42.html>.

Tabla 17. Motivos dichos en las entrevistas por el cual es utilizado los prefabricados identificados en las observaciones. Fuente: Elaboración propia.

Obra	Motivo por el cual es utilizado los prefabricados observados (según el entrevistado)
Obra A	Es lo cotidiano en el Estado de Yucatán utilizar estos materiales, además que ya vienen indicados en el proyecto.
Obra B	Son varios los motivos: el principal puede ser por su facilidad, por su manejo, por la rapidez en la que se puede generar o avanzar una obra con ellos, son materiales por lo general limpios ya que casi no generan un desperdicio, muchas veces son por costo ya que un prefabricado es a veces más económico que crear el elemento en sitio. También generalmente es usado por los acabados que presentan y la forma estilizada que tienen y no se puede asimilar creando en sitio.
Obra C	Es lo tradicional, el tipo de construcción solicita el uso de este material.
Obra D	Es lo solicitado por el cliente ya que es el material de uso básico en Yucatán.

Se puede decir que no se tiene una visión de las ventajas sobre el ahorro y minimización en materia de residuos en la mayoría de las obras ya que los constructores recurren a los mismos materiales de manera cotidiana en sus proyectos; también hay que tomar en cuenta que sólo en una de las obras se utilizaron más variedad de materiales prefabricados.

Los prefabricados ofrecen muchas ventajas en la construcción al momento de querer minimizar en RCD, por lo que el obstáculo a combatir es la desinformación sobre dicho tema, no sólo de los constructores, si no de los dueños de los proyectos. El limitarse a creer que materiales como el block, vigueta y bovedilla son utilizados sólo porque es lo de uso común impide a los constructores ofrecer otro tipo de materiales a sus clientes, y que éstos puedan optar por otros elementos constructivos que podrían darle mayores beneficios.

-Realización de un correcto mantenimiento de almacén.

Se define al almacén de materiales como el lugar especialmente estructurado y planificado para custodiar, proteger y controlar los materiales que servirán para la construcción de la obra⁹³.

⁹³ SPC Consulting Group, "¿Qué es un almacén?," 2014, <https://spcgroup.com.mx/que-es-un-almacen/>.

Con base en la definición anterior, en la siguiente tabla se presenta qué obras contaban con almacén para sus materiales de construcción y las condiciones en las que se encontraban éstos según lo observado. Dichas condiciones fueron adaptadas de la norma oficial mexicana para el manejo y almacenamiento de materiales (NOM-006-STPS-2014) que contempla el manejo y almacenamiento de materiales⁹⁴.

Tabla 18. Obras que cuentan con almacén para materiales y las condiciones del mismo. Fuente: Elaboración propia.

Obra	Obra A	Obra B	Obra C	Obra D
Tamaño de la obra (m ²)	5,400	3,650	350	744
Cuenta con almacén de materiales	✓	✓	X	X
Condiciones del almacén				
Área limpia	✓	✓	No se cuenta con almacén	No se cuenta con almacén
Espacio disponible	✓	✓		
Iluminación adecuada	X	✓		
Ventilación suficiente	X	✓		
Cuenta con extintores	X	✓		
Señales de seguridad e higiene	X	✓		
Espacio para maniobrar	X	✓		
Salidas señaladas	X	✓		
Presencia de vigilante	X	✓		
Presencia de encargado	X	✓		
Presencia de plagas	X	X		

Como se puede ver en la Tabla 18, en sólo dos de las cuatro obras visitadas se contaba con un lugar propio para el almacenamiento de sus materiales. Se notó que dichas obras con almacén fueron las que tenían una mayor área de construcción, ya que al ser de mayor tamaño se debe manejar mayor cantidad de materiales, a diferencia de las de menor área de construcción que carecían de un almacén.

La tabla también muestra que, a pesar de contar con un almacén para sus materiales, las condiciones en que operaban estos no eran las mismas; siendo el almacén de la obra B el que contó con todas las condiciones adecuadas para su gestión al contar

⁹⁴ Secretaría del Trabajo y Previsión Social, "NOM - 006 - STPS - 2014, Manejo y almacenamiento de materiales - Condiciones de seguridad y salud en el trabajo.," *Diario oficial de México*, 2014, 1-56, <http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/nom/42.pdf>.

ésta con un sistema de vigilancia más estricto y un comportamiento en el que se observó un seguimiento de reglamentos y normatividad a comparación de obras como lo es el caso de la obra A, cuyo almacén no contó con la mayoría de las condiciones adecuadas.

Cabe destacar que en ambas obras el almacén de materiales variaba su estructura y construcción:

- En la obra A se tenía una estructura de madera cubierta con láminas de cartón petrolizadas.
- En la obra B la estructura era de acero, cubierta por láminas de aluminio.

En la experiencia personal del autor de este trabajo, esta característica influye mucho en la condición de un almacén, ya que al construirse como en la obra A, se ahorra tiempo, esfuerzo y dinero en la creación del almacén; sin embargo, los materiales y la sencillez con que está construido no permite que se cumplan todas las condiciones adecuadas para una correcta gestión del almacén; mientras que con un almacén como la obra B ocurre todo lo contrario.

No se le da la importancia necesaria en las obras el tener un almacén de materiales en buenas condiciones; la principal razón es debido a que los constructores no pretenden invertir en una construcción provisional, por lo que optan en no realizar la construcción del mismo si no hay mucho flujo de material en la obra o se construye uno con materiales de baja calidad para ahorrar en gastos. Sin importar el tamaño de las obras, siempre se debe contar con un almacén bien gestionado. Existen documentos como la norma oficial mexicana para el manejo y almacenamiento de materiales (NOM-006-STPS-2014)⁹⁵, y diversos manuales sobre gestión de almacenes los cuales ayudan a tener y manejar un almacén en óptimas condiciones.

Se recomienda en manuales de seguridad elaborar y aplicar en las obras programas de orden y limpieza en los que se prevea el almacenamiento adecuado de materiales y equipos; ya que el tener un almacén en buenas condiciones hace que disminuyan los riesgos por seguridad en la obra; así, además del orden, los materiales se

⁹⁵ Ibid.

almacenan correctamente, evitando accidentes por manipulación de los mismos, sean peligroso o no peligroso y evita o disminuye la probabilidad de generarse desperdicios.

-Cumplimiento de los requisitos de almacenamiento de materiales

En la mayoría de las obras, materiales como cemento, cal y pegazulejos eran mantenidos en resguardo de las condiciones atmosféricas, ya que estos eran los materiales más delicados y que necesitaban de gran cuidado para evitar desperdicios. Por otro lado, los materiales áridos como la grava y la arena eran almacenados en el exterior y presentaban contaminación en sus compuestos debido a las condiciones climáticas y el paso de vehículos y del personal de la obra (ver Figura 5), lo que también puede ocasionar pérdida de estos materiales y contaminación en el ambiente por levantamiento de polvo. En la Tabla 19 se muestran materiales y sus condiciones de almacenamiento tanto en interior como en el exterior de cada una de las obras.

Tabla 19. Almacenamiento de materiales en las obras. Fuente: Elaboración propia.

Obra	Almacenaje interior		Almacenaje exterior	
	Materiales	Descripción	Materiales	Descripción
A	<ul style="list-style-type: none"> • Cemento • Cal • Alambrón 	Los materiales se protegían con lonas y tarimas, carencia de orden de y clasificación.	<ul style="list-style-type: none"> • Áridos • Block • Elementos de madera • Elementos de acero 	Los áridos no cuentan con áreas delimitadas para su almacenaje ni son protegidas de las condiciones ambientales, presentan pérdidas de material por lluvia y el paso de vehículos y personal de la obra. Blocks de concreto y cerámico presentan vegetación crecida sobre ellos.
B	<ul style="list-style-type: none"> • Cemento • Cal • Pegazulejo • Alambrón • Combustible • Elementos de madera 	Materiales apilados y clasificados sobre tarimas, existe etiquetado de materiales.	<ul style="list-style-type: none"> • Áridos • Block • Elementos de acero 	Los áridos no cuentan con áreas delimitadas para su almacenaje ni son protegidas de las condiciones ambientales, presentan pérdidas de material por lluvia y el paso de vehículos y personal de la obra.

Tabla 19 (continuación). Almacenamiento de materiales en las obras. Fuente: Elaboración propia.

Obra	Almacenaje interior		Almacenaje exterior	
	Materiales	Descripción	Materiales	Descripción
C	<ul style="list-style-type: none"> • Ninguno 	No contaba con almacén.	<ul style="list-style-type: none"> • Cemento • Áridos • Block • Elementos de acero 	<p>El cemento es almacenado a la intemperie y protegido de la lluvia y la humedad por una lona.</p> <p>Los áridos se encuentran mezclados entre ellos y sobre ellos se han colocado elementos de madera y acero.</p>
D	<ul style="list-style-type: none"> • Cemento • Cal 	No contaba con almacén, los materiales se resguardaban en el área construida y techada.	<ul style="list-style-type: none"> • Áridos • Block 	<p>Los áridos no cuentan con áreas delimitadas para su almacenaje ni son protegidas de las condiciones ambientales, presentan pérdidas de material por el paso de vehículos y personal de la obra.</p> <p>Los montículos de dichos materiales se encuentran muy cerca unos de otros, lo que ocasiona que se mezclen entre ellos.</p>



Figura 5. Condiciones de almacenamiento de los materiales interior y exteriormente. Fuente: Elaboración propia.

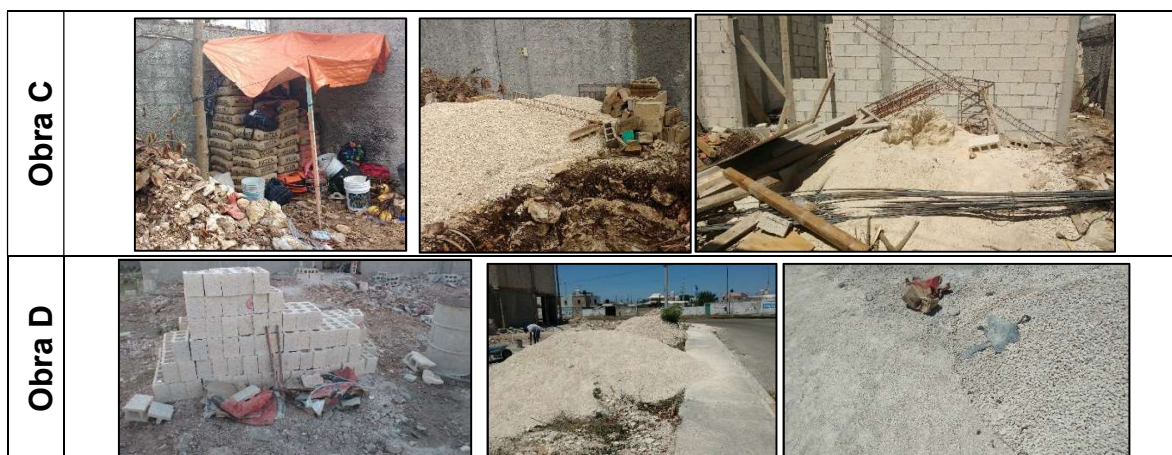


Figura 5 (continuación). Condiciones de almacenamiento de los materiales interior y exteriormente. Fuente: Elaboración propia.

El mal almacenamiento de materiales como los áridos puede provocar contaminación al ambiente por polvo. Diariamente, existe una gran cantidad de personas que están expuestas y deben respirar dicho polvo; trabajadores, vecinos y quienes usan las rutas próximas a las obras en construcción⁹⁶.

También cabe destacar que los áridos tienen influencia en las propiedades del concreto y morteros, por lo que su almacenamiento es un aspecto importante para evitar que se contaminen con otros materiales o residuos⁹⁷.

Los constructores mantienen cuidado de los materiales que deben ser almacenados en interiores para evitar pérdida de los mismos por las condiciones climáticas o latrocinio; pero en el caso de los materiales que se almacenan en el exterior existe cierta negligencia en sus cuidados y usos, lo que se pudo ver notoriamente en los áridos, a este material en ninguna de las obras los constructores tomaban las medidas adecuadas para controlar su desperdicio, manteniendo el polvo y la grava contacto con la lluvia, viento y el paso de personal y vehículos. El problema principal es que los

⁹⁶ Adnan Enshassi, Bernd Kochendoerfer, and Ehsan Rizq, "Evaluación de los impactos medioambientales de los proyectos de construcción," *revista ingeniería de construcción* 29(3) (2014): 234–54.

⁹⁷ Gwalior Maharajpur, "Quality Assurance for Aggregates," *Centre for advanced maintenance TECHNOlogy* 1 (2006): 9–11.

constructores saben que deberían tomar medidas para evitar el desperdicio de los áridos, puesto que ellos mismo lo comentaban durante las observaciones.

La contaminación de los agregados se manifiesta sobre el concreto aminorando su resistencia, afectando directamente la durabilidad de los elementos y perjudicando su apariencia externa. Residuos de materiales como carbón, materiales fibrosos, madera y orgánicos, pueden afectar la durabilidad del concreto; los residuos de materiales finos, constituido por arcilla y limo recubriendo el agregado grueso, o mezclado con la arena afecta la adherencia del agregado y la pasta, e incrementa los requerimientos de agua de mezcla. En principio, un moderado porcentaje de muy finos puede favorecer la trabajabilidad, pero su incremento afecta la resistencia del concreto⁹⁸.

-Preparación de cantidades de materiales consumibles.

En dos de las obras los entrevistados reconocen que existe un desperdicio de material, el cual principalmente es ocasionado por el uso del cemento al momento de realizar mezclas de mortero y concreto, lo cual pudo contrastarse con las observaciones realizadas en aquellos sitios. En el resto de las obras los responsables de éstas aseguraron no tener materiales que le generen residuos o no presenciar mucho de ello; sin embargo, las observaciones realizadas señalan lo contrario.

En la siguiente tabla se presentan los materiales que se consideraron generar mayor residuo en cada una de las obras visitadas, según palabras de los responsables de obra entrevistados (ver Tabla 20).

⁹⁸ Enrique Riva López, *Supervisión del concreto en obra* (Lima, Perú: Instituto de la construcción y gerencia, 2010).

Tabla 20. Materiales con más generación de residuos en cada obra según los entrevistados. Fuente: Elaboración propia.

Obra	Datos obtenidos de acuerdo con los entrevistados			Observaciones
	Materiales con más generación de residuos	Consecuencias de este desperdicio	Acciones realizadas para minimizar el residuo generado	
A	No se tiene generación de desperdicios, cada tipo de material es aprovechado al máximo. Se siguen las fórmulas para la preparación de los materiales.	Ninguna.	Ninguna.	La preparación de mortero y concreto se realiza en pleno suelo natural. Las mezclas realizadas fueron abandonadas mucho tiempo sin ser utilizadas, mostrando pérdida de humedad y resequead de los compuestos.
B	Cementantes y prefabricados de concreto.	Se tiene que considerar en las tarjetas de precios unitarios, ya que el precio unitario por concepto se incrementa.	Se busca que la cuantificación que se da para la realización de estos conceptos no se rebase, suministrando de forma gradual a la obra los materiales o se designa cierta cantidad de ellos para un avance.	La preparación de morteros y concreto se realizaba sobre superficie de hule o madera, se delimitaba el área de preparación de mezclas con tablas para evitar que se desperdiciase el material. Hubo ciertas ocasiones en que el material sobrante se secaba por abandono; los residuos eran llevados a la jaula destinada al escombros.
C	El cemento.	Afecta monetariamente gastando más de lo presupuestado.	Se revisa los planos del proyecto y se calcula las cantidades necesarias de material a utilizar en la obra; también se les suministra a los trabajadores en la obra una cierta cantidad de material calculando que éste debe durarle cierto tiempo antes de que se les vuelva a surtir nuevamente.	Se preparan mortero y concreto sobre el suelo de un área dentro de la construcción, dicho suelo presenta antecedentes de haberse realizado varias mezclas sobre él ya que presenta residuos secos de material cementante adheridos, los alrededores de dicha área muestran residuos de papel de los empaques de cemento y escombros.
D	No se tiene mucha generación de desperdicio.	Ninguna.	Ninguna.	La preparación de mortero es directamente en el suelo natural fuera de la construcción, se ha desperdiciado gran cantidad de mortero en zonas donde hubo actividades de acabado de muros.

En tres de las obras se observó que los trabajadores realizan sus mezclas de mortero directamente en el suelo natural del terreno, lo que ocasiona que el suelo altere la humedad del mortero y absorba parte del material de cemento y otros materiales que se utilizan en la preparación del mortero. Sólo en la obra B la preparación de mortero se realizaba encima de hules o tablas de triplay para evitar el contacto con el suelo.

La mayoría de los constructores no cuidan el preparar sus mezclas en un lugar apropiado, lo que conduce a contaminar el suelo donde preparan el material ignorando los problemas al ambiente que sus materiales puedan ocasionar. El problema principal es la falta de supervisión de los trabajadores al momento de preparar los morteros y concreto, lo que ocasiona que los trabajadores usen dosificaciones de material incorrecto; el no prestar atención de cómo los trabajadores utilizan los materiales puede ocasionar, además de contaminación, residuos y pérdida monetaria.

4.1.2. Separación y almacenamiento de residuos en obra

-Clasificación de los RCD.

En la mayoría de las obras la clasificación es poca e irregular; material de excavación, residuos urbanos y residuos orgánicos producto del despalme son las clasificaciones que tuvieron una mayor coincidencia entre obras; solamente la obra B es la que presenta una mayor clasificación en sus residuos (ver Tabla 21).

Tabla 21. Clasificación de los RCD realizada en las obras notorias durante las observaciones. Fuente: Elaboración propia.

Obra	Clasificación de RCD notorios en las obras					
	Material de excavación	Concreto	Elementos Mezclados prefabricados y pétreos	Otros	Residuos sólidos urbanos	Residuos Orgánicos producto del despalme
Obra A	✓	X	X	X	X	✓
Obra B	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Obra C	X	X	X	X	✓	X
Obra D	✓	X	X	X	✓	✓

La poca existencia de la clasificación de residuos en las obras sólo se realiza a materiales que posteriormente pueden ser reutilizados como el material de excavación

o rocas, y a residuos sólidos urbanos, los cuales son identificados fácilmente por ser la basura común. El no clasificar en su totalidad los residuos de construcción tiene como consecuencia que no se pueda observar qué materiales dentro de la construcción generan mayor desperdicio y poder calcular las pérdidas que esto genera, así como poder planear su desalojo minimizar su impacto ambiental, de seguridad y económico para el proyecto.

-Establecer antes de iniciar la obra sitios determinados al almacenamiento temporal de los residuos según su tipo.

Como consecuencia de no clasificar los RCD de manera adecuada, se tiene que no existan, en su mayoría, sitios determinados al almacenamiento de los residuos; sitios para colocar material de excavación fue de los pocos y más notorios que se encontraron ya que este mismo material era utilizado después como material de relleno en las mismas obras.



Figura 6. Forma en el que se encuentran almacenado los RCD en las diferentes obras. Fuente: Elaboración propia.

La obra B nuevamente fue la que resaltó teniendo sitios preestablecidos para almacenar sus diferentes tipos de residuos.

Es poco el interés que existe en las obras por separar y establecer zonas adecuadas para cada tipo de RCD, sin embargo, esto sigue siendo desinformación por parte de las empresas constructoras sobre la normativa que deben seguir para controlar los residuos que se generan en cada una de las obras.

-El almacenamiento de los residuos debe hacerse en recipientes tapados.

En todas las obras los residuos se encontraban al aire libre sin contenedores; en la obra B se contaba con corrales de almacenamiento de los RCD, estos consistían en cercos cuadrados, cada uno limitado sólo por tres lados y descubiertos al aire libre.

Los sistemas de gestión recomiendan utilizar sistema de almacenamiento que mantengan aislado y cubierto los residuos para evitar su proliferación al ambiente y evitar accidentes en las zonas de trabajo. La obra B tiene una buena iniciativa con el aislamiento y cercamiento de los residuos que genera, pero el método utilizado provoca que su almacenado se desborde por el lado descubierta ocasionando que los mismos residuos se mezclen y puedan provocar accidentes.

-Instruir a todo el personal que labora en la obra sobre los RCD.

En la obra B se instruye a los trabajadores para no dejar basura o desperdicios en las áreas de trabajo y depositarlos en el lugar correspondiente. En el resto de las obras no existe educación al personal con respecto a los RCD, ya que las instrucciones que se le dan a los trabajadores es muy básica o casi nula; esto puede contrastarse con las observaciones, ya que como se puede ver en la Figura 8, estas obras presentaban un problema de basura y proliferación de residuos de construcción en todas las zonas de trabajo.

-Identifique a las personas o empresas que estén interesadas en recibir materiales reciclables, resultantes de las actividades de la obra.

En la obra B el residente de obra comentó que personas ajenas a la obra son las que solicitan residuos reciclables, tales como madera, chatarra y en ocasiones escombro. En la fase de observación se logró ver al personal de la obra recolectando basura y

clasificándola para llevarla a sus respectivos corrales de almacenamiento, en dichos corrales se podía observar que gente de la localidad se llevaba madera con el permiso de uno de los responsables de la obra.

En la obra C el residente de obra comenta que, por lo general, materiales como chatarra, muebles sanitarios rotos y en ocasiones escombros son solicitados por los propios trabajadores, a los cuales no se les niega; plásticos como cubos de pintura vacíos son recolectados para que sean utilizados por los trabajadores en las actividades constructivas. En la fase de observaciones no se pudo detectar persona o empresa externa recolectando o recibiendo material reciclable.

En el resto de las obras no se reciben personas o empresas que estén interesadas en materiales reciclables, hechos verificables en las observaciones realizadas en dichas obras.

En la mitad de las obras no se contactan con personal interesado en residuos reciclables. Es importante que los constructores conozcan sobre los beneficios que se obtienen al reciclar residuos como la chatarra, madera, etcétera, donde se puede obtener pequeñas ganancias para la empresa y recuperar un poco de lo invertido.

-Limpieza del área de trabajo.

Existe el cuidado de mantener las áreas de trabajo limpias en las obras A y B; en el resto de las obras se detectaron escombros y basura generada por los trabajadores que se convierten en obstáculos al momento de transitar en las áreas de trabajo.

Las obras A y B presentan una mayor área de construcción, por lo que se puede decir que debido a su tamaño se toman mayor importancia a la limpieza en el área de trabajo.

En nuestra región se acostumbra que los encargados de las obras tengan bajo su cuidado más de una obra, por lo que su tiempo en cada una se ve fraccionado dejando a los trabajadores sin la vigilancia pertinente, de igual manera no es de importancia o relevante la limpieza.

-Residuos Peligrosos

La obra B, de tipo pública, fue la única con la que contaba con un lugar destinado a los residuos peligrosos y se mantenía un control de entrada y salida de combustibles. En cuanto al resto de las obras, existía un desconocimiento acerca de qué es considerado un residuo peligroso, ya que en las entrevistas realizadas la mayoría de los residentes de obras dijeron no manejar ninguna clase de residuos peligroso.

A pesar de lo dicho en las entrevistas en las tres obras restantes, en las observaciones se detectó envases de aceites y anticongelante tirados a cielo abierto en el terreno de la construcción, y en una de las obras se detectó la quema de material como madera y nylon, lo cual es contraproducente para el ambiente y la salud. Dichos materiales son clasificados como residuos peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005⁹⁹ y requieren un plan de manejo tal como lo indica la norma oficial mexicana que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial NOM-161-SEMARNAT-2011¹⁰⁰.

4.1.3. Demolición

Para este estudio se realizó la observación de una obra en demolición, el objetivo fue ver qué acciones se realizaban durante la realización de esta actividad y compararla con la demolición selectiva.

El sistema de gestión de RCD en Colombia propone la demolición selectiva como una separación cuidadosa, que busca obtener los materiales con potencial reciclable o de reutilización al momento de una demolición; esto permite aprovechar residuos y disminuir el volumen de residuos generados¹⁰¹.

⁹⁹ Secretaría de medio ambiente y recursos naturales, "NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos," *Diario oficial*, 2006.

¹⁰⁰ Secretaría de medio ambiente y recursos naturales, "NOM-161-SEMARNAT-2011, que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo."

¹⁰¹ Orozco et al., *Guía para la elaboración del plan de gestión integral de residuos de construcción y demolición (RCD) en obra*.

El proceso se realiza mediante una separación selectiva de los diferentes materiales que se van generando, en coordinación con el proceso de demolición, para prevenir la mezcla de los materiales y la contaminación de las materias reciclables como madera, papel, cartón, pintura y plástico, entre otros; es decir que mientras se lleve a cabo la demolición de la obra, paralelamente se realice una separación. Esto hace que el proceso de demolición selectiva sea más rentable en comparación con los métodos tradicionales de demolición.

Los resultados obtenidos en la demolición presenciada muestran que no hubo indicios de una demolición selectiva, ya que las observaciones revelan que no se realiza ninguna separación de materiales para reciclaje o reutilización previamente y después de la demolición; una vez realizada la actividad, el área fue abandonada sin presencia de recolección y desalojo de los RCD generados, permaneciendo éstos abandonados por tiempo indefinido.

Sería de gran beneficio aplicar la demolición selectiva en la región para poder reciclar residuos; el principal problema es que las demoliciones son difíciles de monitorear en la región, en su mayoría éstas se realizan de manera clandestina a pesar de que el municipio de Mérida tramita licencia para realizar esta actividad, lo que ocasiona que no se pueda llevar registro de las demoliciones que se realicen.

4.1.4. Puntos destacables

La Tabla 22 muestra un resumen de manera general de las buenas prácticas dentro de las obras con ciertos puntos destacables en cada una de ellas, obtenidos de los resultados de este trabajo de investigación.

Cada buena práctica conlleva uno o más puntos destacables, los cuales señalan si estos fueron cumplidos en cada una de las cuatro obras utilizadas en este trabajo de investigación.

Tabla 22. Tabla resumen de los puntos destacables de cada buena práctica dentro de las obras. Fuente: Elaboración propia.

Buenas prácticas dentro de las obras	Obras				Puntos destacables de cada buena práctica	(O)Observación
	A	B	C	D		(E)Entrevista
Desarrollo de un plan de minimización de RCD.	X	X	X	X	Las obras integran o siguen un plan de manejo de RCD.	E
	X	✓	X	X	Realizan acciones de manera reactiva para gestionar los RCD, tales como creación de zonas destinada a la colocación de residuos, recolección y separación de residuos.	O
Convenio con proveedores.	X	X	X	X	Se tiene establecido acuerdos entre constructor y proveedor de materiales para el desalojo de empaques y embalajes con el beneficio de minimizar los residuos que éstos generan al dejarlos dentro de las obra.	E, O
Uso de elementos prefabricados.	X	✓	X	X	Se utiliza otros materiales prefabricados además del block, vigueta, bovedilla y armex tales como: losacero, viguetas y columnas de acero, perfiles para muro cortina, etc.	O
	X	✓	X	X	En la obra se comprende las ventajas del uso de los prefabricados para minimizar los residuos de construcción.	E
Correcto mantenimiento de almacén.	✓	✓	X	X	Cuenta dentro de la obra con una instalación especial para alojar y proteger los materiales de construcción.	O
	X	✓	X	X	Su almacén de materiales cumple con todas las condiciones normadas para un correcto almacenamiento tales como: área limpia, espacio suficiente para almacenar y maniobrar, iluminación y ventilación adecuada, extintores, señales de seguridad e higiene, vigilancia, encargado y control de plagas.	O
Cumplimiento de los requisitos de almacenamiento de materiales.	✓	✓	X	✓	Materiales de uso delicado como el cemento, la cal y el pegazulejo eran almacenados en interiores.	O
	X	X	X	X	Materiales áridos como la grava y arena eran protegidos de la contaminación, el clima y no cuentan con áreas delimitadas para evitar pérdidas.	O
Preparación de cantidades de materiales consumibles.	X	✓	✓	X	En la obra se ha estimado que existe pérdida de material y generación de residuo al preparar mezclas de materiales, principalmente en el cemento.	E
	X	✓	✓	X	Al percatarse de que existe residuos por la preparación de mezclas, se habla de que se realizan acciones para minimizar como revisión del proyecto y de las cuantificaciones de material, así como el control gradual del suministro a los trabajadores.	E
	X	✓	X	X	Al preparar las mezclas de materiales, los trabajadores lo realizaban en zonas delimitadas y protegidas para evitar pérdida de humedad y alteraciones en los componentes.	O
	X	X	X	X	Los trabajadores utilizaban todo el material preparado o dicha mezcla sobrante era utilizado para otros fines dentro de la obra.	O

Tabla 22 (continuación). Tabla resumen de los puntos destacables de cada buena práctica dentro de las obras. Fuente: Elaboración propia.

Buenas prácticas dentro de las obras	Obras				Puntos destacables de cada buena práctica	(O)Observación
	A	B	C	D		(E)Entrevista
Clasificación de los RCD.	✓	✓	x	✓	Clasificación de al menos 2 tipos de RCD como material de excavación residuos sólidos urbanos o residuos orgánicos generados por la actividad de despalme.	O
	x	✓	x	x	Clasificación de más de 3 tipos de RCD como concreto, maderas, metales, peligrosos, etcétera. Señalando y etiquetando cada tipo de residuo y ubicándolos en un área específica.	O
Sitios determinados al almacenamiento de RCD.	x	✓	x	x	El RCD se encuentra ubicado en un área específica dentro de la obra destinada especialmente para su almacenamiento temporal en la obra.	O
Almacenamiento de los residuos en recipientes.	x	✓	x	x	El RCD se encuentra almacenado en corrales delimitados por cercos para prevenir se mezcle con otros residuos.	O
	x	x	x	x	El RCD se encuentra en contenedores tapados o en su defecto cubiertos para evitar su proliferación al ambiente y prevenir accidentes.	O
Instruir al personal sobre los RCD.	x	✓	x	x	Se observa que el personal de la obra mantiene un comportamiento de limpieza de su área de trabajo, así como de recolección y traslado de residuos fuera de la zona de trabajos cada cierto tiempo.	O
Identificar a personas o empresas interesadas en recibir RCD.	x	✓	✓	x	Los responsables de obras aseguran que sus trabajadores y personas ajenas a la obra les han solicitado residuos como madera y metales para ser reciclados por éstos.	E
	x	✓	x	x	Se observa que personas ajenas a las obras transportan, con el permiso de los responsables de obra, materiales como madera para ser reutilizados por éstos.	O
Limpieza del área de trabajo.	✓	✓	x	x	Existencia de cuidado por parte de los trabajadores de la obra de mantener las áreas de trabajo limpias tales como: recolección de las herramientas, recolección de empaques de materiales utilizados, limpieza de las vías de tránsito de personal y vehículos, etcétera.	O
Residuos peligrosos.	x	✓	x	x	Cuenta con zona destinada a almacenar residuos peligrosos.	O
	x	✓	x	x	El área destinada a almacenar los residuos peligrosos es un área cerrada con un suelo que impida la filtración de la contaminación, y señalamiento correcto de que es un área específicamente para material peligroso.	O
	x	✓	x	x	Los responsables de obra han expresado tener conciencia y conocimiento sobre qué residuos son considerados peligrosos dentro de la obra.	E

De las cuatro obras sólo la obra B es la que resalta de manera positiva en la mayoría de los puntos; dicha obra tuvo la característica de ser de tipo pública, por lo que se le fue destinado recursos federales y, aunado a que fue una de las de mayor área de construcción de entre las cuatro, existía una mayor vigilancia y monitoreo de actividades y seguridad en obra, así como el control de materiales utilizados y residuos gestionados. A pesar de que no se sigue un plan de gestión de residuos en dicha obra, el tener que cumplir los estatutos establecidos para que pueda levantarse hace que de manera reactiva realice acciones de control y minimización de residuos, por lo que el seguir un plan formal de gestión de residuos es posible.

La preparación de cantidades de materiales consumibles es la buena práctica con más puntos destacables, pero que a su vez es la que tiene mayores discrepancias entre lo expresado en las entrevistas realizadas a los responsables de cada una de las obras y lo observado en éstas. Esto puede considerarse una de las principales fuentes de generación de residuos dentro las obras ya que, por un lado, no se vigila que los trabajadores usen las dosificaciones establecidas, las cantidades necesarias y el área correcta al preparar mezclas de materiales como el concreto; y por otro lado, los responsables de obra no actúan desde el inicio para prevenir la generación de residuos o no están conscientes de que existe dicha problemática en ésta práctica. Lo que genera sobrantes excesivos que se convierten al final en residuos de construcción.

Otros puntos destacables donde se presenta generación notable de residuos de construcción fueron los almacenes y almacenamiento de materiales.

Las obras de mayor área de construcción (obras A y B) son las únicas que tiene un lugar establecido para el almacenaje de materiales debido a la gran cantidad que se maneja en ellas; pero que al igual que el resto de las obras no tienen preocupación por los materiales almacenados en el exterior, provocando pérdidas notorias al no cuidar materiales como la grava y arena de las condiciones climáticas y contaminación.

4.2. Resultado fuera de las obras

4.2.1. Acopio y transporte

-Acreditar de forma oficial a los transportistas

La dependencia de gobierno del Estado de Yucatán encargada del medio ambiente tiene a su disposición una lista de transportistas acreditados para el transporte de residuos peligrosos y no peligrosos, dicha lista puede ser solicitada por cualquier persona física o moral interesada a la institución para contratación y uso de los servicios.

Las empresas registradas ante esta dependencia que declaren manejo de residuos de cualquier tipo sólo pueden utilizar los servicios de los transportistas acreditados por la institución. De realizar tratos con algún transportista de residuos que no se encuentre acreditado dentro de la lista, éste deberá hacerlo obligatoriamente antes de realizar cualquier actividad de traslado.

-Contratación de servicios formales para el traslado de los residuos

De acuerdo con las observaciones, en las cuatro obras se contratan volquetes pertenecientes a un mismo sindicato de transportistas para desalojar residuos producto de la excavación; no hubo la oportunidad de confirmar si dichos transportistas se encontraban acreditados para la labor que realizaban debido a que éstos se negaron a ofrecer una entrevista o dar información de cualquier índole.

En las obras A y B los residuos que no son clasificados como RCD (residuos urbanos como restos de alimentos y sanitarios) fueron recogidos por el servicio de recolección de basura de la localidad, en las obras C y D nunca hubo recolección de basura por medio de dicho servicio por lo que éstos permanecieron por tiempo indefinido en aquellos lugares, provocando proliferación de plagas y contaminación en la zona.

-Control documental de cada traslado

En las cuatro obras, los entrevistados indicaron exigir a los transportistas de RCD expedir comprobante por sus servicios, sin embargo, sólo en la obra B se llevaba a cabo el registro y monitoreo de los traslados.

Según la dependencia de gobierno encargada de los asuntos ambientales del Estado de Yucatán, los transportistas que son acreditados deben expedir comprobante de sus servicios y del lugar a donde son llevados estos residuos, los cuales también deben estar acreditados por la misma dependencia.

4.2.2. Reúso y Reciclaje

-Reusar y reciclar los RCD.

El material de excavación fue encontrado como el más reutilizado en las cuatro obras, el cual era manipulado para rellenos o llevado a banco de materiales.

En la obra B se observó a personal separando material PET del corral de basura en disposición de reciclaje; en las demás obras este material era desechado para ser tirado en la basura común de los trabajadores.

El reúso y reciclaje en las obras mayormente sólo se realiza con los materiales de excavación y no se realiza con ningún otro material en potencial de reciclaje como lo es el PET, acero desechado o papel y cartón. Se debe precisar las cantidades y tipos de RCD que se debe llevar a disposición final y a sitios de reciclaje o aprovechamiento, ya que al reusar o reciclar residuos reduce el costo de transportar todo el RCD a sitios de disposición final donde es poco probable que éste sea aprovechado.

4.2.3. Disposición final

-Utilización de sitios autorizados para disposición final.

El RCD producto de la excavación fue trasladado al banco de materiales más cercano a la obra. El resto de los RCD no fue observado hacia donde se dirigió su traslado.

Según información otorgada por la dependencia de gobierno correspondiente al cuidado del medio ambiente, existe sólo una empresa destinada a recibir residuos de la construcción en el Estado de manera oficial, la cual recibe residuo de excavación y rocas en su banco de materiales ubicados en el periférico sur de la ciudad de Mérida.

Durante la entrevista a la dependencia de gobierno encargada del cuidado del medio ambiente asegura no haber la necesidad de tener un plan de manejo específico para los residuos de construcción y demolición ya que la manera como es manejado actualmente es suficiente; por el contrario los sistemas de gestión revisados redactan

la importancia de tener una clara y detallada clasificación de todos los RCD y conocer los diferentes sitios de disposición final y reciclaje donde pueden ser llevados estos de acuerdo a su material y peligrosidad hacia el ambiente.

4.2.4. Puntos destacables

La Tabla 23 muestra un resumen de manera general de las buenas prácticas fuera de las obras con ciertos puntos destacables en cada una de ellas, obtenidos de los resultados de este trabajo de investigación.

Cada buena práctica conlleva uno o más puntos destacables, los cuales señalan si estos fueron cumplidos en cada una de las cuatro obras utilizadas en este trabajo de investigación.

Tabla 23. Tabla resumen de los puntos destacables de cada buena práctica fuera de las obras. Fuente: Elaboración propia.

Buenas prácticas dentro de las obras	Obras				Puntos destacables de cada buena práctica	(O)Observación
	A	B	C	D		(E)Entrevista
Acreditar de forma oficial a los transportistas.	No aplica				El personal encargado del área de desarrollo urbano y medio ambiente del gobierno del Estado indica que su departamento cuenta con una lista de transportistas acreditados para el traslado de residuos; mencionando entre ellos los residuos de construcción, específicamente escombros y material de excavación. Dicha lista es accesible a toda persona o empresa registradas con dicha área.	E
Contratación de servicios formales para el traslado de RCD	✓	✓	✓	✓	Se observa que los transportes destinados a desalojar residuos de excavación tienen estampado el logotipo del sindicato al cual pertenecen.	O
	x	x	x	x	Los transportistas de RCD acceden a identificarse y participar en una entrevista referente al destino del residuo transportado.	E
Control documental de traslados de RCD	x	x	x	x	Se indica que se exige comprobante de los servicios de traslado de residuos a los transportistas encargados de la labor.	E
	x	✓	x	x	Se observa al vigilante de la obra exigir comprobante por el desalojo de residuos y llevar un control registro de los vehículos que realizan la labor.	O
Reusar y reciclar los RCD	✓	✓	✓	✓	El residuo producto de la excavación es reusado como relleno para el terreno de la construcción o transportado a banco de materiales.	O
	x	✓	x	x	Personal de la obra realiza trabajos de separación de residuos como el PET para ser reciclado.	O
Uso de sitios autorizados para la disposición final de los RCD	No aplica				El personal encargado del área de desarrollo urbano y medio ambiente del gobierno del Estado indica que sólo una empresa en la región es destinada a recibir residuos de la construcción de manera oficial y registrado ante ellos; específicamente escombros, rocas y material de excavación.	E
	x	✓	x	x	Se logra realizar el seguimiento de un transporte de residuos de excavación dirigiéndose al sitio correspondiente señalado como oficial por el área de gobierno correspondiente.	O

Como se puede ver en la Tabla 23, existen dos puntos que no son aplicables en las obras, ya que éstas fueron abordadas en una entrevista realizada al personal encargado del área de desarrollo urbano y medio ambiente del gobierno del Estado; dichos puntos solo confirman la existencia de una lista de transportistas acreditados por el Estado para el transporte de residuos, según el tipo, y la disponibilidad de sitios que reciben residuos de forma oficial de acuerdo al material y destino que se les dará a dichos desperdicios. Estos datos son importantes ya que permiten ser incluidos en un futuro plan de manejo de RCD y sus futuros usuarios tengan acceso a la información necesaria acerca de los transportes que pueden bríndales el servicio de desalojo de residuos y la seguridad de que éstos serán enviados a su destino final correspondiente.

A pesar de observar que los vehículos utilizados para desalojar los RCD eran pertenecientes a un sindicato de transportistas conocido, no se pudo conocer a ciencia cierta si todos o algunos de ellos eran acreditados por el Estado, ya que los transportistas negaron ofrecerse a ser entrevistados o de dar información alguna.

Sólo existe una empresa encargada de recibir residuos de construcción en la región, el cual sólo recibe materiales como rocas, residuos de excavación y escombros, ya que en el Estado es lo único que se considera actualmente como RCD.

4.3. Obstáculos que impiden una buena gestión de los RCD en la región.

A continuación, en la siguiente figura se presenta el árbol de problemas que sirvió para detectar los principales causas y obstáculos que impiden una buena gestión de los RCD en la región de Mérida; dicho árbol fue generado a partir de toda la información obtenida tanto en las observaciones realizadas dentro y fuera de las obras como en las entrevistas realizadas a los representantes de cada una de estas y a la dependencia de gobierno correspondiente.

En la Figura 7 se puede observar que el problema principal a tratar es la existencia de una gestión inadecuada de RCD en la localidad de Mérida, Yucatán; dicho problema es generado principalmente por tres causas:

1. Inexistente uso de sistemas de gestión de RCD en las obras.

Inexistencia de estudios realizados sobre los RCD en la región. Según datos de la dependencia de gobierno encargada del medio ambiente, el manejo de residuos en el Estado de Yucatán es un tema muy reciente ya que se comenzó a tratar alrededor de los años 2013 y 2014; el principal problema que presenta la dependencia es la gran cantidad de estudios de impacto ambiental y urbano que se presenta ante ellos, por lo que difícilmente se encuentran elaborando respuestas a cada uno de ellos en tiempo; además, se argumentó que van aprendiendo respecto al tema conforme a la marcha.

Ausencia de política pública y legislación específica. Como consecuencia de lo dicho en el párrafo anterior, la poca experiencia de la dependencia encargada del medio ambiente hace que no existan políticas y leyes más específicas para la gestión de los RCD, denominándolos de manera general como residuos especiales y solo ser mencionados como residuos de construcción a los escombros.

En la contratación de proyectos no se pide un sistema de gestión para los RCD. Al no haber políticas y legislación específica para el manejo de RCD, es de manera nula que en la solicitud de proyectos o licitaciones de obra se exija un plan de manejo de RCD, limitándose a sólo registrarse ante la dependencia de gobierno antes

mencionada para especificar que no afectarán al medio ambiente y lo que generen en residuos urbanos y especiales (escombro y material de excavación) serán desalojados.

Como causa final a estas acciones hacen que los constructores no conozcan las ventajas que puede traer el usar un sistema de gestión de RCD.

2. Comportamiento y hábitos inadecuados de los constructores y trabajadores frente a los RCD.

Desinformación en cuanto a métodos de separación, almacenamiento, aprovechamiento y disposición final de RCD. Como se ha visto en los resultados de esta investigación, es grande la desinformación sobre el tema de los RCD, por lo que los constructores tienden a ignorar las consecuencias que esto provoca.

Prestación de servicios informales de recolección por facilidad y economía. Es sabido en el ámbito de la construcción de la región que existen constructores que para evitar gastos se deshacen de los residuos generados en la obra de manera poco ortodoxas como la quema de basura, entierro de residuos y contratación clandestina de transportes no acreditados oficialmente para el desalojo de residuos, los cuales posiblemente lleven a desalojar en lugares no autorizados.

Como consecuencia de los dos puntos anteriores, los trabajadores de la construcción entran en un comportamiento que van repitiendo en todas las obras que laboran, generando hábitos inadecuados de cómo deshacerse de los RCD.

3. Inefectivas instancias de vigilancia y control.

No existe un monitoreo y control adecuado para los RCD en el Estado, ya que en la región se realizan trabajos de construcción y demolición de manera clandestina.

Estas tres principales causas pueden ser señaladas como los principales obstáculos para realizar una gestión adecuada en la región de Mérida Yucatán, ya que engloban de manera general las causas secundarias antes mencionadas en cada una de estas.

Como resultado a la generación de este problema principal se tiene efectos que se presentan, teniendo como consecuencias en el ámbito ambiental, económico y de seguridad.

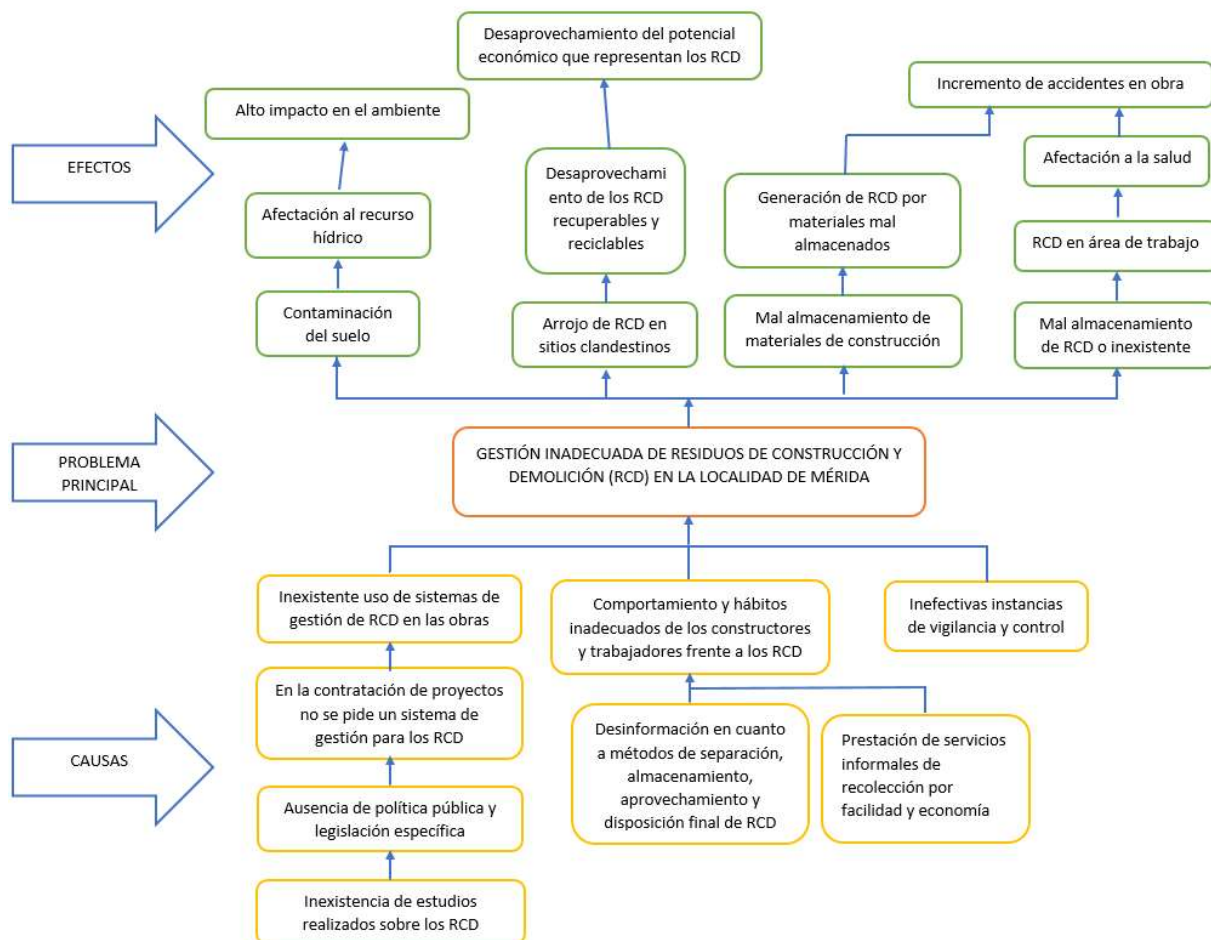


Figura 7. Árbol de problema generado a partir de los datos obtenidos en la investigación para localizar los obstáculos que impiden una buena gestión en la región. Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones

Las conclusiones de este trabajo están divididas en dos secciones: Dentro de las obras y fuera de ellas.

Dentro de las obras

- En términos generales no existe seguimiento de un plan de manejo de RCD en la ciudad de Mérida, Yucatán.
- Las buenas prácticas identificadas para gestionar los RCD son mínimas (como el uso de áreas cercadas para la colocación, separación y clasificación de residuos; recolección de residuos) y en su mayoría se realizan de manera reactiva.
- Existe un desconocimiento acerca de las ventajas y beneficios en el uso de materiales prefabricados para la minimización de los RCD en la construcción.
- El almacenamiento de materiales se da de forma irregular en la gran mayoría de las obras, ya que no en todas se construye un almacén de materiales y no todos los que cuentan con éste se encuentran acondicionados y administrados de la mejor manera, lo que provoca generación de RCD.
- Sólo las obras de mayor tamaño se preocupan por la construcción de almacén de materiales y no todos los que cuentan con éste se encuentran acondicionados y administrados de la mejor manera, lo que provoca generación de RCD
- El manejo y cuidado inadecuado de los materiales almacenados en el exterior, principalmente los áridos (grava y arena), es común en las obras. Trayendo consecuencias como generar residuos, contaminar el material y de contaminar al ambiente.
- En la mayoría de las obras existe una clasificación poco diversa de los RCD, limitándose generalmente sólo a clasificar material de excavación y escombros.
- El desperdicio de los conglomerantes (cemento, pegazulejo, etc.) al preparar morteros y concreto, el secado y endurecimiento por preparación en lugares inadecuados y abandono prolongado de estas mezclas, así como su

desperdicio excesivo al ser aplicado en la obra por los trabajadores sin la adecuada supervisión son los principales generadores de residuos en las obras; lo cual genera gastos importantes para el constructor.

- En la mayoría de las obras existe un desconocimiento acerca de la clasificación de materiales y residuos peligrosos.

Fuera de las obras

- En Mérida, existe una lista de transportistas de residuos acreditados por el gobierno del Estado para cada uno de los diferentes residuos, según la clasificación hecha por la dependencia de desarrollo urbano y medio ambiente.
- La mayoría de las obras no realizan registro de los residuos transportados fuera de éstas.
- Actualmente en la región al realizar estudios de suelo y alteración al medio ambiente los constructores deben registrar estas actividades ante la dependencia de gobierno correspondiente, e indicar a la dependencia los tipos de residuos que se generarán y qué transportista realizará el desalojo y quien se recibirá estos residuos.
- Sólo existe una empresa dedicada a recibir los residuos de la construcción; sin embargo, ésta únicamente recibe material de excavación, lo que no es suficiente debido a la clasificación que contemplan los RCD.
- No todos los constructores utilizan sitios autorizados para dejar los RCD, algunos son transportados por los propios trabajadores o son desalojados en el mismo terreno del área de construcción.

Principales obstáculos

Como se vio en el árbol de problemas, son tres los obstáculos que deben enfrentarse para minimizar el problema de la gestión inadecuada de los RCD en la ciudad de Mérida.

- A las constructoras no se les exige la implementación de algún plan de manejo de residuos ya que aquí en la región es muy joven la incursión sobre la temática.
- El comportamiento y hábitos de los constructores y trabajadores frente a los RCD es el segundo obstáculo para vencer; ocasionado por la desinformación

sobre métodos de control y disposición de RCD, así como el uso de servicios informales de recolección y disposición final de estos.

- Por último, las inefectivas instancias de vigilancia y control en las obras por parte de las autoridades de la región y de los responsables de obra hace que no haya una regularización adecuada de los problemas de residuos de construcción puesto que no se puede ver si se cumplen por completo las buenas prácticas.

Recomendaciones

De la experiencia recogida en este trabajo y de la revisión de documentos relacionados con la temática de sistemas de gestión de RCD se pone de manifiesto la dificultad de este tipo de estudio, ya que en la construcción no son frecuentes las investigaciones cualitativas, las cuales son realizadas frecuentemente en las ciencias sociales; además de que se está acostumbrado a la obtención de datos numéricos que puedan representarse más claramente en gráficos o porcentajes. Sin embargo, el potencial de este tipo de estudio ayuda a marcar posiciones en la mejora de la eficiencia de los servicios ofrecidos en el ámbito de la construcción dado el alto componente humano que actúa en esta actividad y que puede afectar la calidad, eficiencia y medio ambiente.

Futuras líneas de investigación

El trabajo de investigación realizado da pie a futuros proyectos de investigación relacionados con esta temática:

- En este trabajo se analizaron sólo edificaciones con elementos constructivos colados en sitios. Es conveniente analizar otro tipo de edificaciones con elementos constructivos diferentes como el acero o madera.
- Al ser varias las obras analizadas en este trabajo de investigación, el tiempo dedicado a cada una de ellas permitió sólo observar unas cuantas etapas constructivas; sería de gran importancia realizar estudios de caso que abarcasen todas las etapas completas de construcción para tener más información y realizar un diagnóstico más detallado.

- Profundizar más detalladamente en la fase de demolición: en este trabajo solamente fue presentado una obra en esta fase, por lo que tener una muestra más amplia y significativa puede ayudar a tener una mejor referencia.
- Realizar un diagnóstico más a fondo de los residuos que salen de las obras: cuantificar la cantidad y tipo de residuo que es desalojado, identificar los diferentes tipos de lugares de disposición final donde son llevados o podrían ser llevado los residuos generados en obra, el tratamiento que reciben en estos lugares, y dificultades o problemas que presenta actualmente los residuos fuera de las obras.
- Buscar y monitorear a los diferentes transportistas: acreditados y no acreditados.
- Ampliar el diagnóstico a otro tipo de obras de edificación, así como otras obras de ingeniería civil como carreteras y puentes.
- Realizar un diagnóstico de la gestión de RCD en otras etapas del ciclo de vida de la construcción como la fase de diseño de proyecto o renovación del edificio.
- Realizar un diagnóstico similar en otro municipio del Estado, y así comparar las diferencias y similitudes de éste con el realizado en Mérida.

Aportaciones para el mejoramiento de la gestión y manejo de los RCD

Para cumplir con el último objetivo de este trabajo, se presenta a continuación una serie de propuestas para mejorar el plan de manejo de residuos de la CMIC. Estas propuestas son sólo sugerencias que se obtuvieron al revisar este estudio y que el autor cree sería de utilidad para seguir mejorando el documento hecho por la CMIC.

Obras con generación de RCD menor a 80m³

En el documento hecho por la CMIC se indica que deben participar en el PM-RCD todas las obras que cumplan con el criterio de volumen de residuos generado igual o mayor a 80 m³. Para obras menores que generen menor volumen, se debe se debe realizar un apartado donde se dé una guía de acciones recomendadas o buenas prácticas a seguir para la gestión de RCD, tales como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 24. Propuesta de buenas prácticas para ser ejecutadas en obras con una generación de RCD menor a 80m³. Fuente: Elaboración propia.

Buenas Prácticas	Descripción
Clasificación de RCD	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar la clasificación hecha por la CMIC para residuos, revisando cuáles son los que posiblemente estén apareciendo en la obra. Hacer recordatorio de qué es considerado un residuo peligroso y qué precauciones se debe tener con ellos.
Almacenamiento de materiales	<ul style="list-style-type: none"> Contar con un almacén para obtener beneficios de orden, seguridad y reducción de pérdidas de material. Guía para el almacenaje en el exterior, especialmente áridos para evitar accidentes, pérdidas y contaminación del material.
Limpieza del área de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> Breve explicación de las ventajas de mantener el área de trabajo en orden y limpieza. Formato de aplicación de técnica de ordenamiento 5S
Recolección de RCD	<ul style="list-style-type: none"> Recolectar, separar y ubicar los RCD en lugares especificados para ellos según la clasificación de la CMIC.
Instrucción del personal	<ul style="list-style-type: none"> Reunión con los trabajadores de la obra para recordarles sobre el uso de las buenas prácticas a realizar en la obra para minimizar los RCD.
Reúso y Reciclaje	<ul style="list-style-type: none"> Indicar los usos que se le puede dar.
Preparación de mezclas y materiales	<ul style="list-style-type: none"> Revisión de las fórmulas y dosificaciones utilizadas. Supervisión constante y periódica de que los trabajadores utilicen adecuadamente los recursos al momento de realizar sus mezclas.
Transporte de RCD	<ul style="list-style-type: none"> Recordar el uso de transportar acreditados y proporcionar la lista de los utilizados en la región para los diferentes tipos de residuos.

El fin de estas recomendaciones es no dejar fuera a las obras en construcción pequeñas, puesto que ninguna de ellas está exenta de generar residuos; además que el no obligar o dar una pequeña guía para estas obras da pie a problemas posteriores como abandono o mal uso de RCD y tiraderos ilegales de residuos.

Aprovechamiento de RCD

En la sección 5.7 del PM-RCD de la CMIC se establece sobre la identificación del uso o aprovechamiento potencial de los RCD en otras actividades productivas. Dicha

sección muestra una tabla de RCD con usos propuestos para ellos de acuerdo con el material reciclado del residuo; sin embargo, sólo muestra residuos de escombros, concreto y material de excavación; sería conveniente colocar otros tipos de residuos de acuerdo con la clasificación que maneja (ver Tabla 25).

Tabla 25. Alternativas de gestión de RCD no mencionadas en el PM-RCD CMIC. Fuente: Basado del sistema de gestión de RCD de Cantabria, España¹⁰².

Tipología de material	Alternativa de gestión
Madera	Envío a un gestor autorizado de madera para fabricación de tableros aglomerados.
Plásticos	Envío a un gestor autorizado de plásticos.
Metales	Envío a un gestor autorizado de metal para fabricación de nuevos productos.
Vidrios	Envío a un gestor autorizado de vidrio.
Papel y Cartón	Envío a un gestor autorizado de papel y cartón

La madera no tratada con pesticidas, pinturas o barnices tóxicos puede ser ofrecida a los comercios locales que usen hornos cuyo combustible sea este material. El incluir estos otros materiales ayudará a conocer mejor la clasificación de los RCD y la posible forma de aprovecharlos.

Reducción, reúso y reciclaje

En el PM-RCD de la CMIC se proponen estrategias de reúso y reciclaje, sin embargo, se cree de gran importancia afondar más en ellos actualizando dicho apartado agregando a la acción de reducción de RCD, ya que las oportunidades para reducir los RCD en una obra se debe orientar en estos tres enfoques:

- Reducir produce los mayores beneficios ambientales: utilizar menos materiales cuesta menos, reduce la contaminación de su fabricación y transporte, ahorra energía y agua y mantiene el material fuera de los vertederos. La reducción de desechos debe ser la máxima prioridad en sus planes de manejo de RCD.
- Reutilizar extiende la vida de los materiales existentes y disminuye los nuevos recursos necesarios. La reutilización o recuperación de componentes de

¹⁰² Consejería de Medio Ambiente, *gestión de los residuos de construcción y demolición*.

construcción, común en las renovaciones, se puede extender a elementos no decorativos, como puertas y artefactos de iluminación.

- Reciclar nuevamente conserva los recursos y desvía los materiales de los vertederos. Los proyectos de demolición y renovación presentan numerosas oportunidades para el reciclaje. La forma más sostenible de reciclaje convierte los residuos en nuevos productos, como chatarra a acero nuevo o asfalto en pavimentos nuevos. Además, encontrar usos alternativos para los desechos es una forma de reciclaje. Los residuos inertes, como el hormigón y los ladrillos, se pueden triturar y utilizar como coberturas diarias alternativas para los vertederos municipales, sustituyendo la suciedad, o la chatarra de madera puede quemarse como combustible de calderas.

Estas tres prácticas combinadas con la eliminación de materiales no reciclables crean una estrategia integral de gestión de residuos.

Limpieza del área de trabajo

Se considera importante anexar uno o varios métodos para mantener limpia el área de trabajo en las obras, ya que es muy frecuente ver éstas desordenadas y con acumulación de RCD, lo que puede provocar accidentes y descontrol en la gestión de residuos. Aquí se propone la herramienta de las 5 S, la cual es una herramienta elaborada por la Toyota, que trata sobre la organización del lugar de trabajo.

Tabla 26. Propuesta de herramienta de las 5S para limpieza del área de trabajo.

Fuente: La construcción sin pérdidas¹⁰³.

Seiri: Seleccionar	Es la eliminación del lugar de trabajo todo lo que no sirve a ningún proceso productivo que esté en marcha. La correcta aplicación de este punto permite la reducción de los problemas y las interferencias en el flujo de trabajo, la calidad de los productos. Aquí se identifican los objetos que no se utilizan en el trabajo, permite la evaluación de su uso efectivo y aprender de una manera apropiada su tratamiento en el proceso.
Seiton: Ordenar	En esta etapa, los objetos deben estar dispuestos de manera que sean fácilmente identificables para su uso y almacenamiento. La disposición y organización debe permitir una mayor fluidez y linealidad en las actividades productivas, este concepto es el punto central de la normalización, es decir, poner un punto en un sistema que le permite tomar un trabajo y realizarlo de forma adecuada y en el menor tiempo posible.
Seiso: Limpiar	<p>Esta actividad requiere que todo esté limpio y ordenado, de modo que todos los artículos estén siempre disponibles y listos para su uso. Cuando este principio no se aplica, puede crear varios problemas: reduciendo el estado de ánimo de los trabajadores, riesgos para la seguridad y la salud, de artículos rotos o herramientas, y aumentar el número de productos defectuosos. Hay cinco pasos necesarios para su aplicación:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar los objetivos de la limpieza 2. Determinar las responsabilidades: asignar la limpieza. 3. Determinar los métodos de limpieza. 4. Preparar el material necesario: proporcionar el equipo adecuado para la resolución inmediata de problemas pequeños o una solicitud para hablar con el equipo de mantenimiento. 5. Utilizar la propia sensibilidad para detectar cualquier anomalía. <p>La cuestión clave es entender el concepto de que la responsabilidad de la limpieza en la zona de trabajo es de todos aquellos que la ocupan.</p>
Seiketsu: Estandarizar	El principal objetivo de la normalización es evitar la falta de aplicación de los tres procesos anteriores con el fin de convertirlo en un hábito diario, y garantizar que se mantienen y se mejoran con el tiempo.
Shitsuke: Mantener	Es asegurarse de que los procedimientos puestos en práctica se mantienen en el tiempo. No importa lo bien que se han aplicado los primeros cuatro procedimientos, el sistema no puede funcionar por mucho tiempo a menos que se aplique el mantenimiento.

¹⁰³ Ángel Gutierrez, "5S," *La construcción sin pérdidas*, 2011, <https://construccionlean.wordpress.com/category/herramientas/5s/>.

Listas de sitios de acopio de RCD

Se considera conveniente anexar una lista de sitios de acopio según la región que se aplique el plan de manejo de RCD, señalando nombre y datos de cada empresa que brinda dichos servicios, así como el tipo de material que recibe.

Para la región de Mérida se puede realizar acuerdos con la dependencia de gobierno del Estado correspondiente para que pueda proporcionar la lista que esta maneja.

Lista de transportistas de RCD acreditados

Al igual que con los sitios de acopio, se debe incluir una lista de los transportistas que son acreditados en la región donde se aplica el plan de manejo de RCD y a qué tipo de RCD brinda sus servicios cada uno de ellos.

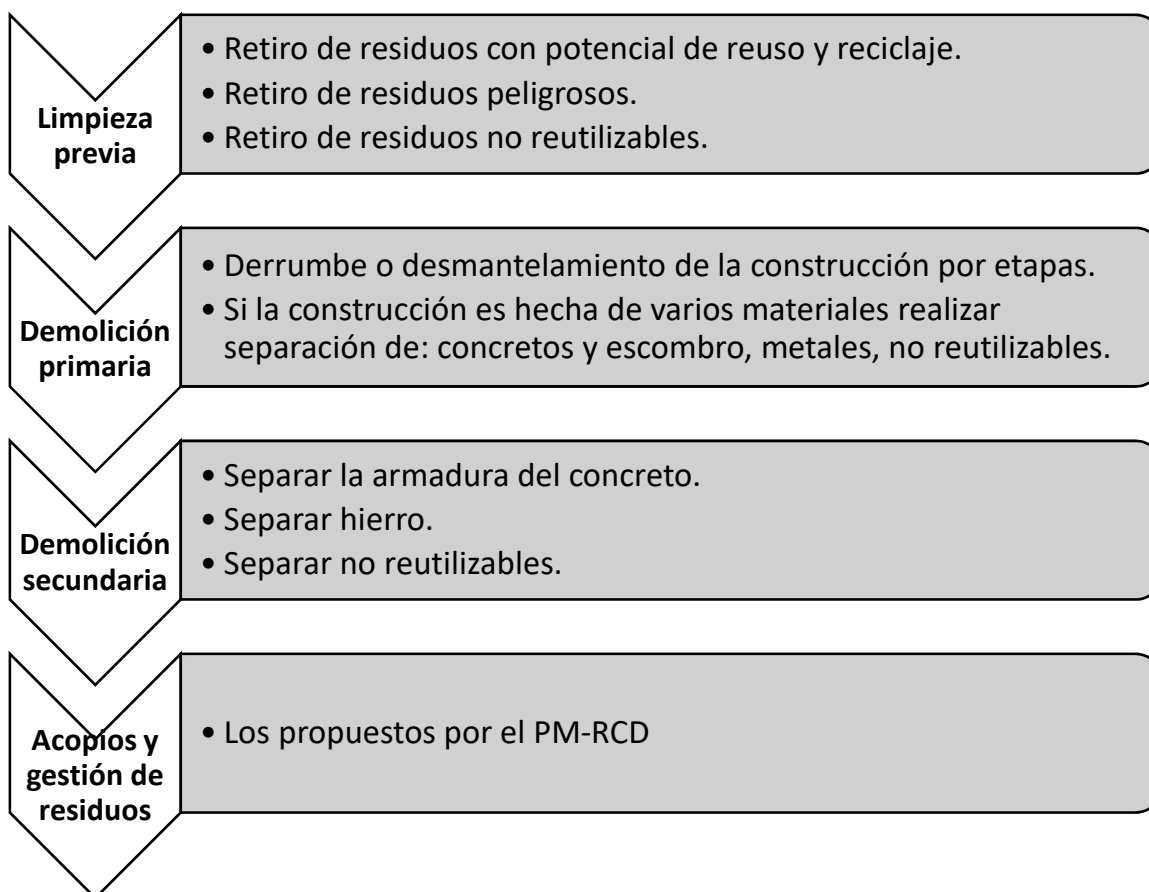
Para la región e Mérida, la dependencia del gobierno del Estado encargada del medio ambiente también cuenta con una lista de transportistas acreditados, por lo que sería conveniente llegar a un acuerdo con ellos para brindarle la oportunidad de anexar dicha lista.

Demolición selectiva

En el PM-RCD de la CMIC no se especifica a detalle cómo controlar los residuos que se generan en las actividades de demolición; siendo ésta una actividad en la cual no se tiene un correcto manejo de RCD por parte de los que realizan esta actividad. En la demolición se derriban o deshacen las estructuras existentes, tales como acabados, mampostería, estructuras, andén, pavimentos e infraestructura de servicios, que serán reemplazadas con la nueva obra. Estos residuos deben clasificarse para reciclar la materia prima para la elaboración de nuevas mezclas.

Los pasos propuestos para una demolición selectiva serían los siguientes:

Tabla 27. Pasos para la demolición selectiva. Fuente: basado del sistema de gestión de RCD de Cantabria, España¹⁰⁴.



¹⁰⁴ Consejería de medio ambiente, *Gestión de los residuos de construcción y demolición*.

Referencias

- Alcaldía de Medellín. “Gestión de residuos de La construcción y la demolición,” 2012, 1–7.
- Bobadilla, Percy. “Metodología para el diseño de proyectos de Desarrollo.” In *diseño y evaluación de proyectos de desarrollo*, edited by Ra editores, 30–43. Lima, Perú, 1998.
- Bossink, B. a. G., and H. J. H. Brouwers. “Construction waste: quantification and source evaluation.” *Journal of construction engineering and management* Marzo (1996): 55–60.
- Bossink, B. A. G., and H. J. H. Brouwers. “Construction waste: quantification and source evaluation.” *Journal of construction engineering and management* 122, no. 1 (1996): 55–60. doi:10.1061/(ASCE)0733-9364(1996)122:1(55).
- CMIC. “Plan de manejo de residuos de la construcción y la demolición.” *Cámara mexicana de la industria de la construcción*. Ciudad de México, 2014. <http://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/medioambiente/Flayer/PM RCD Completo.pdf>.
- Consejería de Medio Ambiente. *Gestión de los residuos de construcción y demolición*. Cantabria, España: Gobierno de Cantabria, 2014.
- Construguía. “Prevención de accidentes en la construcción.” Accessed January 20, 2017. <http://www.miconstruguia.com/prevencion-de-accidentes-en-la-construccion/>.
- Corporación eléctrica del Ecuador. “Manejo, prevención y control de derrames de aceites, químicos y combustibles.” Cuenca, Ecuador. Accessed February 2, 2018. <https://www.celec.gob.ec/hidropaute/>.
- Dainty, A.R.J., and R.J. Brooke. “Towards improved construction waste minimisation: a need for improved supply chain integration?” *Structural Survey* 22, no. 1 (2004): 20–29.
- Dajadian, Shant A, and Daphene C Koch. “Waste management models and their applications on construction sites.” *International journal of construction engineering and management* 3, no. 3 (2014): 91–98.
- Dick Roche, T.D., and Sean Hegarty. “Best practice guidelines on the preparation of waste management plans for construction and demolition projects,” no. July (2006).
- Dirección General de Calidad y Medio Ambiente. “Plan regional de residuos de construcción y demolición (2006-2016).” *Comunidad de Madrid*. Madrid, España, 2006.

- Domínguez, José Antonio. "Plan de gestión de residuos de construcción y demolición para el Estado de Quintana Roo." Quintana Roo, 2008.
- Educarchile. "Almacenaje de materiales en obra para la fabricación de hormigon." *Www.Educarchile.Cl*, 2012.
http://ww2.educarchile.cl/UserFiles/P0001/Image/portal/ODAS_TP/Materiales_para_odas_2012/1_Construcción/ODA_1_Tabiqueria_Estructural/Almacenaje_de_materiales_en_obra_para_la_fabricación_de_hormigon.pdf.
- Ekanayake, Lawrence Lesley, and George Ofori. "Building waste assessment score: design-based tool." *Building and environment* 39, no. 7 (2004): 851–61.
 doi:10.1016/j.buildenv.2004.01.007.
- El-Haggar, S.M. *Sustainable industrial design and waste management*. Amsterdam and Boston, MA.: Elsevier/ Academic Press, 2007.
- Enshassi, Adnan, Bernd Kochendoerfer, and Ehsan Rizq. "Evaluación de los impactos medioambientales de los proyectos de construcción." *Revista Ingeniería de Construcción* 29(3) (2014): 234–54.
- European Commission. *EU construction & demolition waste management protocol*. ECORYS, 2016.
- Flores-Alés, V., J. J. Martín-del Río, F. J. Blasco-López, and F. J. Alejandro. "Análisis de impactos ambientales producidos durante la fase de ejecución en edificación: operaciones de limpieza y recuperación de aguas de lavado de hormigones en España." *Consejo Superior de Investigaciones Científicas* 67 (2015).
- García, José. "Gestión de residuos de construcción y demolición en los Estados Unidos de Norte América" 1976 (2014): 1–7.
- Glass, G. V., and K. D. Hopkins. *Statistical methods in education and psychology*. 2nd ed. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1984.
- Gomes, Marco, and Jorge de Brito. "Structural concrete with incorporation of coarse recycled concrete and ceramic aggregates: durability performance." *RILEM, Materials and Structures* 42 (2009): 663–75.
- Guthrie, P., and H. Mallet. *Waste minimization and recycling in construction: a review*. Lonfon: CIRIA, 1995.
- Gutierrez, Ángel. "5S." *La construcción sin pérdidas*, 2011.
<https://construccionlean.wordpress.com/category/herramientas/5s/>.
- Gutiérrez Mena, Ernesto. "Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición," n.d.
- Hernández Sampieri, Roberto, Carlos Fernández Collado, and Pilar Baptista Lucio. *metodología de la investigación*. Edited by Mc Graw Hill. Sexta. Chile, 2014.

- Holcim. "Plan 2030," n.d. <https://www.holcim.com.mx/plan-2030-construyendo-para-el-manana>.
- International Labour Organization. "Working towards sustainable development. promoting safety and health in a green economy." Ginebra, 2012. http://www.ilo.org/safework/info/WCMS_175600/lang--en/index.htm.
- Jiménez Torrez, Luis Felipe. "Durabilidad del concreto con agregado grueso reciclado de alta absorción." Universidad Autónoma de Yucatán, 2015.
- Kenai, S., and F. Debieb. "Characterization of the durability of recycled concretes using coarse and fine crushed bricks and concrete aggregates." *RILEM, Materials and Structures* 44 (2011): 815–24.
- Kulatunga, U., D. Amaratunga, and R. Haigh. "Attitudes and perceptions of construction workforce on construction waste in Sri Lanka." *Management of environmental quality: an international journal* 17, no. 1 (2006): 57–72.
- Kumaraswamy, M.M., and J.D. Matthews. "Improved subcontractor selection employing partnering principles." *Journal of management in engineering* 16, no. 3 (2000): 47–57.
- Ling, Florence Yean Yng, and Dinh Song Anh Nguyen. "Strategies for construction waste management in Ho Chi Minh City, Vietnam." *Emerald group publishing Limited* 3, no. 1 (2013): 141–56. doi:10.1108/BEPAM-08-2012-0045.
- Ling, Y.Y., and M.C.H. Lim. "Implementation of a waste management plan for construction projects in Singapore." *Architectural science review* 45, no. 2 (2002): 73–81.
- Maharajpur, Gwalior. "Quality assurance for aggregates." *Centre for advanced maintenance TECHNOLOGY* 1 (2006): 9–11.
- Marín González, Ramón E. "Cuantificación, tipificación y determinación del origen de desperdicios en la construcción masiva de vivienda." Universidad Autónoma de Yucatán, 2000.
- Martínez, Rodrigo, and Fernández Andrés. *Metodologías e instrumentos para la formulación, evaluación y monitoreo de programas sociales. Gestión de programas sociales: del diagnóstico a la evaluación de impactos*. CEPAL, 2010.
- Mcdonald, Bruce, and Mark Smithers. "Implementing a waste management plan during the construction phase of a project: a case study." *Construction management and economics* 16, no. February 2015 (1998): 71–78. doi:10.1080/014461998372600.
- NYC Department of Design & Construction. *Construction & demolition waste manual*. City of New York, 2003.
- Oficina Internacional Del Trabajo Ginebra-Cinterfor/OIT. *Seguridad , salud y*

- bienestar en las obras de construcción. manual de capacitación.* Edited by Cinterfor/OIT. Primera. Montevideo, 1997.
- Ofori, G., and Y.A. Debrah. "Flexible management of worker: review of employment and practices in the construction industry in singapore." *Construction management and economics* 16, no. 4 (1998): 397–408.
- Okuda Benavides, Mayumi, and Carlos Gómez-Restrepo. "Metodología de investigación y lectura crítica de estudios: métodos en investigación cualitativa: triangulación." *Revista colombiana de psiquiatría* XXXIV, no. 1 (2005): 118–24. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcp/v34n1/v34n1a08.pdf>.
- Orozco, Carlos J., Franz S. Gómez, Jesús A. Severiche, Karen J. Rico, Nagia A. Pinto, Viviana A. Zambrano, William A. Alarcón, Yovany A. Elorza, and Yurany X. Figueroa. *Guía para la elaboración del plan de gestión integral de residuos de construcción y demolición (RCD) en obra.* Bogotá, Colombia: Secretaría Distrital de Ambiente, 2014.
- Osmani, M., J. Glass, and A. D F Price. "Architects' perspectives on construction waste reduction by design." *Waste management* 28, no. 7 (2008): 1147–58.
- Patton, Michael. *Qualitative research and evaluation methods.* Edited by Thousand oaks: Sage. 3rd ed., 2002.
- Poder ejecutivo del Estado de Yucatán. "Ley para la gestión integral de los residuos en el Estado de Yucatán." *Diario Oficial.* April 8, 2011.
- Ramírez Montoya, María Soledad. "Cuadro de triple entrada para construir instrumentos." Nuevo León, Monterrey: Escuela de Graduados en Educación (ITESM), 2010.
- . "Triangulación de instrumentos para análisis de datos." Nuevo León, Monterrey: Instituto Tecnológico y Estudios Superiores de Monterrey, 2010.
- Riva López, Enrique. *Supervisión del concreto en obra.* Lima, Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia, 2010.
- Romero, Emilio. "Residuos de construcción y demolición." Universidad de Huelva, España, 2007.
- Sandoval Casilimas, Carlos. *Investigación cualitativa. Módulo,* 1996. doi:958-9329-18-7.
- Sanz, Fernando, and Luis María Romeo. "Estudio sobre riesgos laborales emergentes en el sector de la construcción," 2013, 1–145.
- Secretaría de medio ambiente y recursos naturales. "NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos." *Diario Oficial,* 2006.

- . “NOM-161-SEMARNAT-2011, que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.” *Diario Oficial* 12 (2013): 12–38.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social. “Norma Oficial Mexicana NOM-031-STPS-2011, Construcción-Condiciones de seguridad y salud en el trabajo.” *Diario Oficial*. May 4, 2011.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social. “NOM - 006 - STPS - 2014, Manejo y almacenamiento de materiales - Condiciones de seguridad y salud en el trabajo.” *Diario Oficial De México*, 2014, 1–56.
<http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/nom/42.pdf>.
- Shamloo, M. A., and K. N. Hewage. “Current status of C&D waste management and green building standards in Canada.” *Construction research congress*, no. 2000 (2010): 1508–17.
- Shen, L.Y., and V.W.Y. Tam. “Implementation of environmental management in the Hong Kong construction industry.” *International journal of project management* 20, no. 7 (2002): 535–43.
- SPC Consulting Group. “¿Qué es un almacén?” 2014. <https://spcgroup.com.mx/que-es-un-almacen/>.
- Teo, M. M. M., and M. Loosemore. “A theory of waste behaviour in the construction industry.” *Construction management and economics* 19, no. 7 (2001): 741–51. doi:10.1080/01446190110067037.
- Universo, El. “Los sacos de cemento servirán para el reciclaje,” n.d. <https://www.eluniverso.com/2006/07/28/0001/18/E98E01DDEFB64BC09A893EC640FE3B42.html>.
- USBGC. “About LEED buildings.” Accessed January 28, 2017. <http://www.usgbc.org/leed>.
- Valencia, Maria Mercedes Arias. “La triangulación metodológica: sus principios, alcances y limitaciones.” *Investigación y educación en enfermería*, 2000. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=105218294001>.
- Villoria Sáez, Paola. “Sistema de gestión de residuos de construcción y demolición en obras de edificación residencial . Buenas prácticas en la ejecución de obra.” Universidad Politécnica de Madrid, 2014.
- Won, Jongsung, Jack C P Cheng, and Ghang Lee. “Quantification of construction waste prevented by BIM-based design validation: case studies in South Korea.” *Waste management* 49 (2016): 170–80. doi:10.1016/j.wasman.2015.12.026.
- Yin, Robert K. *Case Study research: design and methods*. Applied social research

methods series. Sage Publi. London, UK, 2003.

Yuan, Hongping. "A SWOT Analysis of successful construction waste management."
Journal of cleaner production 39 (2013): 1–8. doi:10.1016/j.jclepro.2012.08.016.

APÉNDICE 1: Tablas de buenas prácticas

Dentro de la obra							
I. Generación y minimización de los residuos							
Buenas Prácticas	Descripción	Observación		Herramientas de toma de datos		Preguntas relacionadas	
		Si	No	Se observará:	Cédula de observación		Entrevista dirigida:
Desarrollo de un Plan de Minimización de RCD en las empresas constructoras.	El integrar un plan de minimización de RCD puede traer beneficios como: -Ahorro controlando el uso de materiales y procesos en la obra. -Reducción de riesgos laborales y ambientales. -Mejoramiento en la eficiencia, ya que se optimizan los procesos.	X				Empresas Constructoras	1.1, 1.2, 1.3 y 1.4
Establecer convenios de cooperación y colaboración con proveedores de materiales e insumos de la construcción,	El objetivo es que los materiales e insumos de la construcción sean suministrados con la menor cantidad de empaques y embalajes, y en su caso, sean devueltos para su manejo, incluyendo sobranes para el caso de materiales pétreos.	X		El descargo de materiales en las obras: -El material entregado por el proveedor viene en empaques o sueltos. -Tipo y material del empaque o embalaje (Caja de carton, saco de nylon, envoltura de plástico, etc.) -El proveedor se lleva los empaques y embalajes vacíos o los deja en la obra.	Cédula 01	Empresas Constructoras	2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5 y 2.6
Uso de elementos prefabricados.	El uso de elementos prefabricados en la construcción tiene ventajas como: -Ahorro superior al 95% en la cimbra total de la losa. -Se elimina el 100% de la cimbra de contacto. -Ahorro en manejo de desperdicio y sobrante de materiales de obra. -Menor volumen de concreto en obra. En el caso de la losa maciza el ahorro es superior al 50%. -Prácticamente se elimina el uso de la madera.	X		Uso de elementos prefabricados tales como: -Vigas. -Columnas. -Pilas, pilotes prefabricados. -Trabes prefabricadas. -Losas. -Muros prefabricados. -Bardas prefabricadas. -Viguetas. -Bovedillas.	Cédula 02	Empresas Constructoras	3.1
Realización de un correcto mantenimiento del almacén.	Una instalación desorganizada es una fuente potencial de residuos tales como excedentes, derrames o productos defectuosos.	X		-Observar las condiciones del lugar donde se encuentran almacenados los materiales de construcción. -Vigilancia y encargado de la responsabilidad del almacén. -Presencia y proliferación de fauna nociva. -Disponibilidad de espados, anaquales e instalaciones adecuadas. -Buena iluminación y ventilación suficiente. -Extintores suficientes e instalados en lugares de fácil acceso con cargas específicas para evitar siniestros en los bienes depositados en dichas áreas. -Colocación de letreros alusivos a la seguridad e higiene del personal, de las instalaciones y de los bienes muebles que en éstos existan. -Salidas libres de obstáculos y claramente señalizadas. -Pasillos o espacios para manibras que permitan la buena circulación de material. -Revisión de materiales, equipos y maquinaria. -Materiales contenidos en sacos de papel (yeso, cemento blanco, adhesivos para piso, etc.), se deben proteger de la lluvia y evitar que su empaque sea dañado. -Envases que contengan substancias que directa o indirectamente puedan causar daños al personal, a las instalaciones o a otro tipo de bienes, se encuentren en perfectas condiciones. -Almacenamiento ordenado (evitar materiales aplastados al azar y desordenadamente). -Protección y cuidado de materiales dejados en la interperie.	Cédula 03	X	
Cumplimiento de los requisitos de almacenamiento de cada material.	El mal almacenamiento de los materiales puede producir pérdidas y residuos, particularmente de aquellos más sensibles a inclemencias meteorológicas.	X		Los trabajadores dejan mortero o materiales al término de su labor.	Cédula 04	X	
Preparación de cantidades necesarias de materiales consumibles.	El Calculando de la superficie a mantener, acabar o reparar; y el uso de solo el material necesario hace que la generación de residuos en las actividades relacionadas sean mínimas o casi nulas.	X				Empresas Constructoras	4.1, 4.2 y 4.3

Dentro de la obra									
II. Separación y almacenamiento de residuos en obra									
Buenas Prácticas	Descripción	Observación		Herramientas de toma de datos			Preguntas relacionadas		
		SI	NO	Se observará:	Cédula de observación	Entrevista dirigida a:	Entrevista SI	Entrevista NO	
Separación y clasificación de los RCD.	Esto sirve para potencializar su aprovechamiento y/o reciclaje. En ningún momento se mezclarán con los residuos sólidos urbanos, ni con los residuos peligrosos.	X		Los RCD están clasificados como indica el plan de la CMIC o simplemente se encuentran revueltos.	Cédula 05		X		
Establecimiento de sitios determinados al almacenamiento temporal de los residuos según su	Con ello se tiene una rápida identificación de los RCD al momento de retirarlos de la obra y evita que se acumulen de manera aleatoria en toda la obra. Asegúrese que estén debidamente marcados con el tipo de material que contienen, ordinario, especial y reciclable. Las etiquetas de los recipientes: -Contendrán información clara y entendible para todos. -Serán resistentes al agua. -Estarán impresas en gran formato. Para residuos voluminosos, utilice contenedores móviles de baja capacidad de almacenamiento. Evite sobrecargar los contenedores o canecas para el almacenamiento de los residuos.	X		-Existencia de zonas destinadas para almacenar RCD. -Ubicación de éstas zonas con respecto a la obra.	Cédula 05		X		
Almacenamiento de residuos en tres recipientes con tapa.	-Serán resistentes al agua. -Estarán impresas en gran formato. Para residuos voluminosos, utilice contenedores móviles de baja capacidad de almacenamiento. Evite sobrecargar los contenedores o canecas para el almacenamiento de los residuos.	X		-Condiciones de almacenamiento de los RCD. -Detección de señalización adecuada de los diferentes RCD almacenado. -Cuidado de respetar el límite de almacenamiento de los recipientes que contienen los RCD.	Cédula 05		X		
Instruir a todo el personal que labora en la obra sobre los RCD.	Se debe instruir a los trabajadores sobre el control de RCD y reforzar éste para crear una costumbre en la empresa y así tener la colaboración de todos.	X		Comportamiento del personal que labora en la obra: -Limpieza y orden del área de trabajo. -Desalojo de residuos. -Uso de equipo y herramientas de seguridad.	Cédula 08		X	Empresa Constructora	5.1, 5.2, 5.3y 5.4
Identificar personas o empresas interesadas en recibir materiales reciclables, resultantes de las actividades de la obra.	Esto es para que estas personas o empresas se encarguen de su recolección periódica, transporte y transformación; evitando así que los RCD se mantengan por mucho tiempo en la obra.		X				X	Empresa Constructora	8.4 y 8.5
Limpieza general de la zona donde se realice la obra al finalizar la jornada.	Se debe recoger todos los desperdicios, basuras o elementos extraños presentes en el área. El mantener limpio la zona de trabajo hace más fácil de detectar los residuos que se van generando; además evita riesgos en la seguridad y se trabaja mejor.	X		- Los trabajadores limpian o no su lugar de trabajo después de su jornada. - Los trabajadores guardan las herramientas y material utilizado en la jornada al finalizar ésta.	Cédula 08		X		
Clasificación de los residuos peligrosos.	Dicha clasificación permite un mejor control de los residuos peligrosos y reduce los riesgos de seguridad y ambientales al identificarlos de manera correcta.	X		Se verificará la existencia de residuos peligrosos dentro de la obra, los cuales se verificará si se encuentran clasificados para su identificación rápida.	Cédula 06		X	Empresas Constructoras	6.1
Existencia de zona específica en la obra para el almacenamiento de los residuos y envases considerados peligrosos (aceites, combustibles, y otros).	Con esto se evita riesgos en la salud, de seguridad y ambiental. Deben ubicarse diferentes contenedores, etiquetados según el tipo de residuo peligroso que pueden aceptar. Dichos contenedores deben estar tapados correctamente, en una zona bien ventilada, separados del suelo, cubiertos del sol y la lluvia; evitando de esta forma las consecuencias de posibles riesgos a la salud o al medio ambiente.	X		-Existencia de alguna zona en la obra destinada a almacenar residuos y envases vacíos de material peligroso. -Ubicación de ésta zona dentro de la obra. -Existencia de señalamiento adecuado para ubicar los residuos peligrosos. -Las condiciones en las que se tiene almacenado los residuos peligrosos.	Cédula 06		X		
Almacenamiento de residuos peligrosos separados de focos de calor o llamas.	Se evita así riesgos de incendio y/o desprendimiento de vapores nocivos para la salud que pongan en peligro la seguridad de los trabajadores, la obra y el medio ambiente.	X		Existencia de maquinaria o elementos cerca de la zona de residuos peligrosos que sea una amenaza para la provocación de incendio.	Cédula 06		X		
Almacenamiento de envases vacíos de combustibles, aceites y otros en zona de residuos peligrosos.	El dejar éstos envases vacíos en cualquier lugar puede provocar accidentes laborales. Observar siempre las etiquetas de los mismos para detectar los símbolos de peligrosidad y depositarlos en el contenedor adecuado.	X		Ubicación de los envases vacíos de combustible, aceites y otros en la obra.	Cédula 06		X		
No incinerar residuos en la obra ni verter sustancias contaminantes en las redes de saneamiento ni en cauces públicos.	Esto provoca daños a la salud y al medio ambiente.	X		-Uso de la que ma para deshacerse de residuos. -Vertido de contaminantes en el suelo, drenajes o pozos.	Cédula 06		X		

Dentro de la obra									
III. Demolición									
Buenas Prácticas	Descripción	Observación		Se observará:	Cédula de observación	Entrevista		Entrevista dirigida a:	Preguntas relacionadas
		Si	No			Si	No		
Demolición selectiva	Demolición que consiste en varias fases operativas encadenadas y sucesivas con el fin de reusar y reciclar materiales del edificio a demoler; así como el de trasladar menos materiales a vertederos.	X		-Acciones realizadas por los trabajadores de la demolición.	Cédula 09	X		Institución de gobierno	1, 2 y 3

APÉNDICE 2: Formato de cédulas de observación

Cédula utilizada para la revisión de las condiciones del entorno (Parte 1). *Fuente: Elaboración propia.*

<p>Obra: _____ Fecha de visita: _____</p> <p>Ubicación: _____</p> <p>Tipo de Obra: _____</p> <p>Responsable de la Obra: _____</p> <p>Elementos estructurales principales de la obra:</p> <p><input type="checkbox"/> Elementos de concreto colado en sitio.</p> <p><input type="checkbox"/> Estructura de Acero.</p> <p><input type="checkbox"/> Otro: _____</p> <p>Área de la Construcción (Aprox. en m²): _____</p> <p>Altura de la Construcción (Aprox. en metros): _____</p>
<p>De las observaciones realizadas subraye las respuestas que sean pertinentes</p> <p>1. Del total de trabajadores de la obra señale, según perciba, ¿qué porcentaje utiliza equipo de seguridad adecuado?</p> <p><input type="radio"/> 100% (Todos)</p> <p><input type="radio"/> Aproximadamente el 75%</p> <p><input type="radio"/> Aproximadamente el 50%</p> <p><input type="radio"/> Aproximadamente el 25%</p> <p><input type="radio"/> 0% (Ninguno)</p> <p>2. Señale una o varias respuestas acerca del equipo de seguridad (básico) que los trabajadores utilizan en la obra observada:</p> <p><input type="radio"/> Casco</p> <p><input type="radio"/> Guantes</p> <p><input type="radio"/> Calzado contra impactos</p> <p><input type="radio"/> Equipo de protección contra caídas de altura</p> <p><input type="radio"/> chaleco reflejante</p> <p><input type="radio"/> Otros: _____</p> <p>*Documente fotográficamente lo observado en las preguntas 1 y 2; incluye una explicación de estas observaciones.</p>

Cédula utilizada para la revisión de las condiciones del entorno (Parte 2). Fuente:
Elaboración propia

<p>3. De los siguientes puntos, pregunte sobre ellos y marque los existentes en la obra (requerirá preguntar en la obra):</p> <ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> Existencia de personal o departamento encargado de supervisar la seguridad en la obra<input type="radio"/> Uso de reglamento o normativas de seguridad en la obra<input type="radio"/> Se realizan acciones sobre residuos generados en la obra (escombros, basura, desperdicio de materiales, etc.)<input type="radio"/> Uso de algún documento para gestionar y controlar los residuos en la obra (manuales, normas, etc.)<input type="radio"/> Ninguno de los anteriores <p>Comente brevemente cada una de las respuestas subrayadas:</p> <div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%;"></div>
<p>4. Realice un documento fotográfico sobre señalizaciones y recordatorios de seguridad e higiene en la obra.</p>
<p>5. ¿Cuáles son las condiciones del área de trabajo?</p> <ul style="list-style-type: none">• Área de trabajo limpia y libre de obstáculos• Área de trabajo desordenada• Área de trabajo desordenada y con basura/residuos <p>*Documente fotográficamente lo observado en la pregunta 5 e incluya una explicación de estas observaciones.</p>

Cédula utilizada para la revisión de las condiciones del entorno (Parte 3). *Fuente: Elaboración propia.*

6. Señale qué residuos de construcción observas en la obra y llena la fila correspondiente a ese residuo.

Tipo de residuo	Mezclado con otros residuos		Separado y clasificado		Tiene ubicación especial (Jaula, contenedor, etc.)	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Material de Excavación						
Escombros						
Acero						
Envases, embalajes y perfiles de aluminio						
Papel y cartón						
Vidrio						
Envases PET						
Elementos de Unicel						
Madera						
Residuos Orgánicos						
Residuos Peligrosos (aceites, combustibles, pinturas, químicos, etc.)						
Otros:						

*Documento fotográficamente lo observado en el inciso 6 e incluye una explicación de estas observaciones.

7. De los siguientes prefabricados marque con una equis los que identifique que se estén utilizando en la obra.

<input type="checkbox"/> Vigas	<input type="checkbox"/> Muros prefabricados
<input type="checkbox"/> Columnas	<input type="checkbox"/> Bardas prefabricadas
<input type="checkbox"/> Pilas, pilotes prefabricados	<input type="checkbox"/> Viguetas
<input type="checkbox"/> Trabes prefabricadas	<input type="checkbox"/> Bovedillas
<input type="checkbox"/> Losas	<input type="checkbox"/> Bloques
<input type="checkbox"/> Muros Cortina	<input type="checkbox"/> Cenefas
<input type="checkbox"/> Adoquín prefabricado	<input type="checkbox"/> Armex
<input type="checkbox"/> Paneles	<input type="checkbox"/> Otros: _____

8. De los elementos prefabricados identificados anteriormente, pregunta cual es la principal razón por la que se utiliza éstos en la obra.

Cédula 02: Uso de elementos prefabricados.

Empresa: _____

Registro número: _____

Obra: _____

Fecha: _____

Elemento prefabricado identificado	Observaciones
Vigas Prefabricadas	
Columnas prefabricadas	
Pilas, pilotes prefabricados	
Trabes prefabricadas	
Losas	
Muros prefabricados	
Bardas prefabricadas	
Paneles	
Viguetas	
Bovedillas	
Bloques	
Muros cortina	
Cenefas	
Adoquín prefabricado	
Armex	
OTROS	

Cédula 03: Mantenimiento del almacén y materiales almacenados.

Empresa: _____

Registro Número: _____

Obra: _____

Fecha: _____

A) Materiales que resguarda el almacén	B) Materiales almacenados a la interperie

C) Condiciones del Almacén	D) Observaciones del almacén																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="228 825 261 846">Sí</th> <th data-bbox="261 825 306 846">No</th> <th data-bbox="306 825 870 846"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Área limpia.</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Disponibilidad de espacio.</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Iluminación adecuada.</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Ventilación suficiente.</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Presencia de extintores.</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Presencia de letreros alusivos a la seguridad e higiene.</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Espacio para maniobrar adecuadamente.</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Salidas señaladas e identificadas.</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Presencia de vigilante en el almacén</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Presencia de encargado del almacén.</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Presencia de plagas.</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Otros: _____</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>_____</td> </tr> </tbody> </table>	Sí	No		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Área limpia.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Disponibilidad de espacio.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Iluminación adecuada.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ventilación suficiente.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presencia de extintores.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presencia de letreros alusivos a la seguridad e higiene.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Espacio para maniobrar adecuadamente.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Salidas señaladas e identificadas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presencia de vigilante en el almacén	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presencia de encargado del almacén.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presencia de plagas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Otros: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	
Sí	No																																													
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Área limpia.																																												
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Disponibilidad de espacio.																																												
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Iluminación adecuada.																																												
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ventilación suficiente.																																												
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presencia de extintores.																																												
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presencia de letreros alusivos a la seguridad e higiene.																																												
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Espacio para maniobrar adecuadamente.																																												
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Salidas señaladas e identificadas.																																												
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presencia de vigilante en el almacén																																												
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presencia de encargado del almacén.																																												
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Presencia de plagas.																																												
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Otros: _____																																												
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____																																												
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____																																												

E) Condiciones de los materiales almacenados	F) Observaciones de los materiales almacenados																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="228 1358 261 1379">Sí</th> <th data-bbox="261 1358 306 1379">No</th> <th data-bbox="306 1358 870 1379"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Materiales apilados y clasificados.</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Materiales contenidos en sacos de papel protegidos de la lluvia.</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Envases con materiales peligrosos debidamente tapados y etiquetados.</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Materiales a granel protegidos de ser esparcidos y de las condiciones ambientales (viento, lluvia, etc.).</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Otros: _____</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>_____</td> </tr> </tbody> </table>	Sí	No		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Materiales apilados y clasificados.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Materiales contenidos en sacos de papel protegidos de la lluvia.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Envases con materiales peligrosos debidamente tapados y etiquetados.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Materiales a granel protegidos de ser esparcidos y de las condiciones ambientales (viento, lluvia, etc.).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Otros: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	
Sí	No																								
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Materiales apilados y clasificados.																							
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Materiales contenidos en sacos de papel protegidos de la lluvia.																							
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Envases con materiales peligrosos debidamente tapados y etiquetados.																							
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Materiales a granel protegidos de ser esparcidos y de las condiciones ambientales (viento, lluvia, etc.).																							
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Otros: _____																							
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____																							
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____																							

Registro de documentación en audio: _____

Cédula 07: Transporte de los RCD		Registro Número: _____		Fecha: _____	
Empresa: _____		Obra: _____			
RCD a trasladar	Tipo de RCD	Peligroso			
		No Peligroso			
A) Transporte utilizado		Transporte nuevo o conservado			
		Transporte en mal estado			
		Presencia de fugas o desbordes hacia el exterior			
B) Condiciones del transporte		SI	No	SI	No
C) Transporte rotulado con logo o información de pertenencia a alguna empresa		SI	No	SI	No
D) Personal a cargo del transporte uniformado		SI	No	SI	No
E) RCD trasladado a sitio oficial					
F) RCD transportado a lugar clandestino					
G) Ubicación del lugar de disposición final					
Observaciones					
Registro de documentación en audio					

APÉNDICE 3: Formato de Entrevistas

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN
Facultad de Ingeniería
Maestría en Ingeniería opción Construcción

CUESTIONARIO PARA LA ENTREVISTA A EMPRESA CONSTRUCTORA

La industria de la construcción genera una gran cantidad de residuos de construcción y demolición (RCD), los cuales son los productos y materiales sobrantes y dañados que surgen de las actividades de construcción, renovación y demolición. Actualmente en Mérida se desconoce el grado de importancia que se le da a esta temática y qué manejo se les da a éstos dentro y fuera de las obras.

Objetivo: Identificar el manejo que se le da a los residuos de construcción y demolición (RCD) dentro de las obras de edificación mediante el conocimiento y opinión de los responsables de las obras visitadas.

("Los datos obtenidos en este cuestionario son de carácter investigativo y serán únicamente utilizados con el permiso del entrevistado para cumplir con el objetivo estipulado en este trabajo".)

Obra: _____	Fecha: _____
Empresa: _____	
Entrevistado: _____	
Cargo que dispone en la Obra: _____	

Responda las siguientes preguntas en base a sus conocimientos sobre el tema de los residuos de construcción y demolición (RCD) dentro de la obra.

1. Desarrollo de un Plan de Minimización de RCD en las empresas constructoras, como parte de sus políticas operativas.

1.1.- ¿La empresa cuenta con algún plan formal de minimización de RCD?

1.2.- ¿En qué consiste este plan de minimización de residuos? Subraye la acción que se realice en este plan y comente al respecto. Puede subrayar más de una opción.

- Se cuenta con un documento formal para la gestión de RCD.
- Se tiene personal especializado en el área.
- Se ha creado un departamento que se encarga de la gestión de los RCD
- Se solicita ayuda o asesoría externa para la gestión de los RCD.
- Se realiza estudios referentes al tema.
- Otro: _____

1.3.- Si no se cuenta con un plan formal, ¿Qué acciones realiza la empresa sobre el manejo de RCD?

1.4.- ¿Qué ventajas ha obtenido con la implementación del plan formal o acciones para la gestión de los RCD en la obra?

2. Establecer convenios de cooperación y colaboración con proveedores de materiales e insumos de la construcción.

2.1.- ¿Cuáles son los principales materiales que más les genera residuos por empaque y embalajes al ser suministrados por sus proveedores?

2.2.- ¿De qué tipo de empaques y embalajes son los que le generan residuos?

2.3.- ¿Existe algún convenio con uno o más proveedores para retirar fuera de la obra los empaques y embalajes de los materiales suministrados?

2.4.- ¿Con qué proveedores tienen este tipo de convenio?

2.5.- ¿En qué consiste dicho convenio?

2.6.- ¿Qué tanto le impacta en la obra el que los proveedores no se lleven los empaques y embalajes?

3. Uso de elementos prefabricados.

3.1.-Se ha observado el uso de materiales prefabricados: ¿Qué motivo fue el que los impulsó a utilizar _____ prefabricados(as) en la obra?

4. Preparar las cantidades necesarias de materiales consumibles, calculando previamente con exactitud la superficie a mantener, acabar o reparar.

4.1.- ¿Qué materiales ha notado que le generan más desperdicios en la obra?

4.2.- ¿Qué consecuencias le han traído a la empresa que se desperdicien estos materiales?

4.3.- ¿Qué acciones han realizado para minimizar estos desperdicios?

5. Instruir a todo el personal que labora en la obra sobre los RCD.

5.1.- ¿Se instruye de alguna manera al personal de la obra sobre el manejo de los RCD?

5.2.- ¿Cómo instruye la empresa a sus trabajadores en el manejo de los RCD?

5.3.- ¿Se realiza algún monitoreo periódico sobre si el personal cumple con las instrucciones sobre el manejo de los RCD?

5.4.- De realizarse monitoreos para ver si el personal de la obra cumple con las instrucciones sobre el manejo de los RCD ¿Quién o quiénes se encargan de éstos?

6. Residuos especiales o peligrosos

6.1.- ¿Qué medidas realiza la empresa dentro de la obra para el control y manejo de residuos especiales o peligrosos?

7. Reusar y reciclar los RCD en medida que el proyecto o la obra lo permita y conforme a la planeación de la misma, considerando las recomendaciones de la CMIC en su tabla de identificación de usos propuestos de los RCD.

7.1.- ¿Que hacen con el material obtenido de la excavación?

7.2.- ¿Qué hacen con el escombros generado en la construcción y demolición?

7.3.- ¿Realizan alguna separación de materiales reciclables y no reciclables?

7.4.- ¿Qué hacen con el material que no reutilizan?

8. Contratación de servicios formales para el traslado de residuos no peligrosos.

8.1.- ¿La empresa contrata o recibe la visita de personas o empresas interesadas en los residuos no peligrosos que genera la obra?

8.2.- ¿Las empresas interesadas en estos residuos son empresas formales o empresas informales? De ser posible indicar qué empresas son.

8.3.- ¿Qué materiales son los que se llevan preferentemente estas empresas?

8.4.- ¿Alguna de estas empresas está interesada específicamente en materiales reciclables? Si es posible mencionar qué empresas son.

8.5.- ¿Qué residuos reciclables son los que reciben estas empresas interesadas en estos materiales?

8.6.- ¿Los transportistas de RCD les otorgan algún comprobante o recibo de estar recibiendo y comprometerse a transportar estos materiales?

8.7.- ¿Se les exige a los transportistas de RCD algún comprobante o recibo de su traslado al sitio donde lo descargan?

8.8.- ¿En la obra se tiene a alguien o algún personal responsable de llevar el control y registro de los comprobantes o recibos de aquellos RCD que son retirados de la obra?

9. Contratación de servicios formales para el traslado de residuos peligrosos.

9.1.- ¿La empresa encargada de trasladar los residuos peligrosos es una empresa de carácter formal o informal? De ser posible indicar qué empresas son.

9.2.- ¿Qué tipo de residuos peligrosos son los que son aceptados por estas personas para retirar de la obra?

9.3.- ¿Los transportistas de residuos peligrosos les otorgan algún comprobante o recibo de estar recibiendo y comprometerse a transportar estos residuos?

9.4.- ¿Se les exige a los transportistas de residuos peligrosos algún comprobante o recibo de su traslado al sitio donde lo descargan?

9.5.- ¿En la obra se tiene a alguien o algún personal responsable de llevar el control y registro de los comprobantes o recibos de aquellos residuos peligrosos que son retirados de la obra?

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN
Facultad de Ingeniería
Maestría en Ingeniería opción Construcción

CUESTIONARIO PARA LA ENTREVISTA A INSTITUCIÓN DE GOBIERNO

1.- ¿En Yucatán se cuenta con algún plan de manejo de residuos para la construcción y demolición?

2.- ¿Se cuenta con algún registro de transportistas de residuos en el Estado?

3.- ¿Qué se considera que puede ser un obstáculo para una buena gestión de los residuos de construcción y demolición?

4.- ¿Cree que sea conveniente un plan de manejo específico para la gestión de los residuos de construcción y demolición?

APÉNDICE 4: Resultado recolectados

Dentro de la obra

I. Generación y minimización de los residuos

I.1. Desarrollo de un plan de minimización de RCD en las empresas constructoras, como parte de sus políticas operativas.

Obra A

Respuestas de entrevista (responsable de obra)

- 1.1. Comenta que la empresa no cuenta con ningún plan formal para el manejo o minimización de RCD
- 1.2. No procede
- 1.3. Se realizan acciones simples como el contrato de volquetes para el transporte de residuos; ya sea para reutilizar en la obra, como es el caso de material de excavación y escombros, o para llevar a tirar a los basureros.
- 1.4. No procede.

Obra B

Respuestas de entrevista (responsable de obra)

- 1.1. Plan formal como tal que tenga la empresa no, nos ajustamos a las solicitudes, a los requerimientos que nuestros clientes pidan.
- 1.2. No procede
- 1.3. Se dispone de bancos autorizados. Cuando el cliente lo pide se lleva a bancos autorizados o se dispone a lugares para que sean reciclados.
- 1.4. Más que ventajas se busca cumplir con lo estipulado por parte del cliente o la dependencia que esté trabajando.

Obra C

Respuestas de entrevista (responsable de obra)

- 1.1. No, no se cuenta con ninguno.
- 1.2. No procede.
- 1.3. Cada cierto tiempo, cuando se requiere se solicita un camión de volteo para que venga a recoger escombros y material de excavación que no se utilizará.
- 1.4. La ventaja principal es que se libera espacio que puede ocupar material que se va solicitando para la obra.

Obra D

Respuestas de entrevista (responsable de obra)

- 1.1. En la obra no se sigue un plan de minimización de RCD.
- 1.2. No procede.
- 1.3. De vez en cuando se solicita un volquete para que venga a recoger escombros, demás basura se les pide a los trabajadores que la recojan y la depositen en bolsas.
- 1.4. Se mantiene el área limpia y se evita que se acumule demasiado los residuos.

Documentación de soporte

Sistemas de gestión y normas

(PMRCD-CMIC, pág. 4). "En febrero de 2013 con la publicación de la NOM-161-SEMARNAT-2011, se contempla como una obligación para los constructores que

generen más de 80 metros cúbicos de residuos en cada una de sus obras, la formulación y desarrollo del respectivo plan de manejo.”

(RCD-Colombia, pág. 12). “Las acciones mencionadas le mostraran al constructor las bondades ambientales y económicas que obtendrá dentro de sus proyectos al formular e implementar de manera adecuada el plan de gestión integral, cumpliendo con las directrices de la resolución 01115 de 2012, por medio de la cual se adoptan los lineamientos técnico-ambientales para las actividades de aprovechamiento y tratamiento de los residuos de construcción y demolición en el Distrito Capital, que es de obligatorio cumplimiento.”

(RCD-España01, pág. 41). “La primera de las obligaciones, tanto en obras públicas como privadas, es la de redactar un estudio de gestión de RCD. Éste podrá ser redactado por el proyectista o por otro técnico competente, y deberá ser visado junto con el proyecto técnico.”

(RCD-España02, pág. 36). “Junto a la solicitud de licencia de obras, e incorporado al proyecto técnico de las mismas, se presentará un plan de gestión de los RCD que contendrá, entre otra información lo siguiente: Identificación y cuantificación de los residuos a generar; Operaciones de clasificación/selección, reutilización y valoración “in situ” previstas; Destino previsto para los residuos no reutilizables; Valoración del coste previsto de la gestión correcta de los RCD.”

(RCD-EUA, pág. 9).” El departamento de diseño y construcción (DDC) ha desarrollado una nueva especificación que requiere el desarrollo de un plan de gestión de residuos, que se requerirá en todos los proyectos de la DDC.”

(RCD-UE, pág. 22). “Los gobiernos locales, regionales o nacionales podrían establecer estrategias integradas de gestión de residuos que permitan promover la gestión de residuos de construcción y demolición de una manera más sistemática. Estos planes y estrategias son útiles sobre todo a nivel regional o nacional, y tienen en cuenta la situación específica.”

(Ley de residuos sólidos, Yucatán) **Artículo 8.** El Poder Ejecutivo tendrá las siguientes atribuciones¹⁰⁵:

II.- Expedir un programa estatal para la gestión integral de los residuos de manejo especial y para la prevención de la contaminación de sitios con dichos residuos, así como promover los programas municipales para la prevención y gestión de los residuos sólidos, la prevención de la contaminación de sitios con tales residuos y su remediación.

III.- Evaluar y autorizar el manejo integral de residuos de manejo especial, así como los planes de manejo a que puedan estar sujetos.

¹⁰⁵ Poder ejecutivo del Estado de Yucatán, “Ley Para La Gestión Integral de Los Residuos En El Estado de Yucatán,” *Diario Oficial*, April 8, 2011.

IV.- Verificar el cumplimiento de los instrumentos y disposiciones jurídicas en materia de residuos de manejo especial e imponer las sanciones y medidas de seguridad que resulten aplicables.

V.- Promover programas municipales de prevención y gestión integral de los residuos de su competencia y de prevención de la contaminación de sitios con tales residuos y su remediación, con la participación de los generadores.

Investigaciones

En reducir el desperdicio, prevalecen dos principios: primero reducir las cantidades de residuos generados y segundo adoptar un sistema eficaz para gestionar los residuos inevitables producidos¹⁰⁶.

En Madrid en los últimos años se ha producido una completa modificación del régimen jurídico aplicable a los RCD, incorporando importantes novedades a nuestro ordenamiento interno como son: la redacción de un Estudio de gestión de RCD y un plan de gestión de RCD. Entre estas medidas destaca el poder conocer, con la antelación suficiente, la cantidad y el momento en que los RCD son generados, para así poder planificar la gestión más adecuada para cada categoría de RCD¹⁰⁷.

Algunos sistemas de gestión ayudan a conocer cuantos metros cúbicos de RCD genera una construcción; por ejemplo, en el anexo III del documento de la CMIC se menciona un algoritmo adecuado a “el programa estatal para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial de Aguascalientes”¹⁰⁸:

$$G_{RC} = M_C f_v i P_{RC}$$

Donde: G_{RC} es la generación de residuos de la construcción (Ton), M_C la superficie de obra construida (m^2), f_v el factor de volumen de obra ($.85 m^3/m^2$), i el porcentaje de residuos de construcción por m^3 (6.8%) y P_{RC} el peso volumétrico promedio de RCD ($1.5 ton/m^3$).

Otra forma que se puede mencionar para conocer los metros cúbicos de RCD generados en una obra es el utilizado en la gestión de RCD en Chile, el cual multiplica por un factor de 0.235 (para todo tipo de edificación) o 0.200 (para obras de edificación de casas) los metros cuadrados construidos para obtener en promedio la generación de RCD mensual de una construcción¹⁰⁹.

En Madrid, España, se calculó que en una vivienda plurifamiliar (Edificio conformado por viviendas superpuestas bajo un régimen de condominio) con presupuesto de ejecución de material de casi 2 millones de euros se genera más

¹⁰⁶ Teo and Loosemore, “A Theory of Waste Behaviour in the Construction Industry.”

¹⁰⁷ Villoria Sáez, “Sistema de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición En Obras de Edificación Residencial . Buenas Prácticas En La Ejecución de Obra.”

¹⁰⁸ CMIC, “Plan de Manejo de Residuos de La Construcción y La Demolición.”

¹⁰⁹ Alcaldía de Medellín, “Gestión de Residuos de La Construcción y La Demolición.”

de 540 m³ sólo de RCD de naturaleza pétreo (áridos, concreto, ladrillos, tejas y materiales cerámicos)¹¹⁰.

I.2. Establecer convenios de cooperación y colaboración con proveedores de materiales e insumos de la construcción.

Obra A

Observaciones

Los proveedores que entregaban materiales empaquetados no se llevaban los envoltorios con el que dejaban su producto; uno de los materiales más notorio que fue entregado por un proveedor fueron lotes de bloques cerámicos para la construcción de muros; dicho material era entregado sobre tarimas de madera, y envuelto en plástico. Los trabajadores retiraban los empaques y los tiraban a un costado del área de trabajo, el cual con el pasar del tiempo se revolvía con otros residuos de diferentes materiales que se mantenían a la intemperie.

Respuestas de entrevista (responsable de obra)

- 2.1. Cemento, cal y pegazulejos.
- 2.2. Papel de los sacos de cemento, cal y pegazulejos.
- 2.3. No se cuenta con ningún convenio, con los constructores que se realiza subcontrato se les dice que recojan su basura.
- 2.4. No se cuenta con ningún convenio.
- 2.5. No se cuenta con ningún convenio.
- 2.6. No impacta, como son subcontratos que realiza la empresa, se les indica a éstos que tienen que tener su área limpia, ellos se encargan del proceso de llevarse sus empaques y basura a tirar.

Obra B

Observaciones

Los proveedores de materiales como cemento, acero y madera entran a la obra y los materiales son revisados y descargados a la bodega correspondiente por el personal de la obra.

Uno de los materiales que se pudo observar fueron paquetes de piezas de cerámica para colocar en las paredes y pisos de la construcción, éstos eran descargados a orillas de la construcción y luego el personal de la obra era el encargado de revisar y desempaquetar el material; durante el desempaquetado, las tablas de madera, que servían de protección al transportar el material, y envoltorios era apilados a un lado; sin embargo, se observó que desde el segundo piso de la construcción, al retirar el envoltorio que contenía a los cerámicos, estos eran arrojados con descuido y el viento esparcía los residuos, dejando que el terreno se cubriera con éste. Un dato interesante es que al momento de ver que se fotografiaba evidencia de este acto, inmediatamente vinieron dos trabajadores a recolectar rápidamente los trozos arrojados al suelo.

También se presencié la entrada de proveedores de concreto premezclado a la obra; éstos dejaban un poco de material tirado en el suelo como consecuencia de

¹¹⁰ Ernesto Gutiérrez Mena, "Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición," n.d.

depositarlo en las tinas, en los últimos días se observó que no todo el material transportado era utilizado, y el resto era tirado en el área asignada para depositar escombros, sin embargo, dicha área se encontró desbordando material y aun así se les permitió depositar el residuo en ellas.

Respuestas de entrevista (responsable de obra)

2.1. Generalmente son los tipos aglomerantes como un cemento o un grout que generan bolsas, inclusive silicones y selladores usados en cancelería, es lo que más genera.

2.2. Los aglutinantes generalmente vienen en bolsas como de cartón aligerado y lo que son los silicones o selladores son tubos o empaques plásticos.

2.3. No, con ningún proveedor.

2.4. Con ningún proveedor.

2.5. No se tiene convenio con proveedores.

2.6. Generan un costo en el indirecto por el desalojo de los mismos, generalmente se pagan fletes o con proveedores externos o se disponen de los vehículos propios de la empresa, pero generalmente es costo lo que se genera.

Obra C

Observaciones

No se ha observado que los proveedores de materiales lleguen a la obra. Se observan bolsas de cemento vacías tiradas en varios puntos de la obra. El encargado de la obra es quien trae el material a la construcción en su vehículo personal.

Respuestas de entrevista (responsable de obra)

2.1. Las bolsas de cemento y cal que ya han sido vaciadas.

2.2. El papel cartón del cual están hechos las bolsas de cemento y cal.

2.3. No, con ningún proveedor.

2.4. Con ningún proveedor.

2.5. No se tiene convenio con proveedores.

2.6. No vemos afectación por parte de los proveedores, ya que el material solicitado como cemento y cal son llevado a la obra por nosotros mismos, el material con mayor volumen como block, polvo y grava son pedidos a una tienda de materiales que se encarga de traerlos en un camión de carga, y los costales donde traen el polvo y la grava se los lleva el chofer.

Obra D

Observaciones

No se registró la entrada de proveedores a la obra, ya que los materiales que son suministrados por el mismo responsable de obra trayéndolos con su vehículo. Se detecta envolturas de cemento y envases vacío de combustibles tirados en el terreno de la obra.

Respuestas de entrevista (responsable de obra)

2.1. El cemento, cal y pegazulejo.

2.2. Las bolsas de cartón donde vienen el cemento.

2.3. No, con ningún proveedor.

2.4. Con ningún proveedor.

2.5. No se tiene convenio con proveedores.

2.6. No se ve impacto, ya que el material por lo general se compra directamente a la tienda de material y es transportado en el coche particular del contratista o del ingeniero residente.

Documentación de soporte

Sistemas de gestión y normas

(PMRCD-CMIC, pág. 34). “Establecer convenios de cooperación y colaboración con proveedores de materiales e insumos de la construcción, a fin de que éstos sean suministrados con la menor cantidad de empaques y embalajes, y en su caso, sean devueltos para su manejo, incluyendo sobrantes para el caso de materiales pétreos.”

(RCD-Colombia, pág. 23). “Optimizar el suministro de materiales mediante sistemas mecánicos estandarizados. Coordinar los suministros y transporte de materiales, con el fin de evitar pérdidas y mezclas indeseables.”

(RCD-España01, pág. 26). “Los materiales de construcción, en concreto los sobrantes de una obra, es muy habitual que terminen por convertirse en residuo, pero en ocasiones es posible su utilización en otra obra. El retorno de los materiales a la empresa fabricante o distribuidora también es una opción interesante.”

(RCD-España02, pág. 292). “En el acuerdo marco para el fomento de la recuperación y el reciclaje de los residuos de papel y cartón, los fabricantes se comprometen a reciclar todo papel que se les sea suministrado, siempre que mantenga unas ciertas características, y retribuir este suministro de acuerdo con los precios vigentes de mercado.”

(RCD-EUA, pág. 21). “Seleccione proveedores que recuperen empaques, tarimas, materiales sin usar o de desecho.”

(RCD-UE, pág. 11). “Los materiales de embalaje llevados a los sitios de construcción deben minimizarse tanto como sea posible mediante la optimización de la cadena de suministro, por ejemplo, entregas a granel, acuerdos de devolución con proveedores, etc.”

Investigaciones

Continuando mencionando los sacos de cemento vacíos, podemos mencionar que la empresa Holcim, en su plan llamado “Plan 2030”, en donde indica que acepta el reciclar las bolsas de cemento como aporte a la preservación del medio ambiente¹¹¹. Con respecto a esto, en un diario de Colombia ubicado en la web, se menciona que dicha empresa acepta dichos sacos de cemento por los cuales pagaría \$0.05 dólares colombianos por unidad entregada¹¹².

¹¹¹ Holcim, “Plan 2030.”

¹¹² El Universo, “Los Sacos de Cemento Servirán Para El Reciclaje.”

I.3. Uso de elementos prefabricados.
<p style="text-align: center;">Obra A</p> <p>Observaciones Se ha utilizado únicamente como elementos prefabricados los más comunes en la región, los cuales son el block, vigueta y bovedilla y el armex.</p> <p>Respuestas de entrevista (responsable de obra) 3.1 Es lo cotidiano en el Estado de Yucatán utilizar estos materiales, además que ya vienen indicados en el proyecto.</p>
<p style="text-align: center;">Obra B</p> <p>Observaciones Se utilizaron materiales prefabricados como losacero, columnas y viguetas prefabricadas de acero y el uso de muro cortina.</p> <p>Respuestas de entrevista (responsable de obra) 3.1. Son varios, el principal puede ser por su facilidad, por su manejo, por la rapidez en la que se puede generar o avanzar una obra, son materiales por lo generalmente limpios casi no generan un desperdicio más que el propio, lo que no se usa o ajusta para que dichos materiales embonen en el proyecto, muchas veces son por costo ya que un prefabricado es a veces más económico que hacer algo en sitio, generalmente por los acabados, la forma que no se puede hacer algo in situ. Son materiales muy limpios.</p>
<p style="text-align: center;">Obra C</p> <p>Observaciones Se han utilizado solamente materiales básicos como block, armex, vigueta y bovedilla.</p> <p>Respuestas de entrevista (responsable de obra) 3.1. Es lo tradicional, al ser residencia no se solicita otro tipo de material.</p>
<p style="text-align: center;">Obra D</p> <p>Observaciones Los materiales prefabricados utilizados en la obra son el block, vigueta, bovedilla y el armex; fuera de esto no se utilizó otro material prefabricado.</p> <p>Respuestas de entrevista (responsable de obra) 3.1 Es lo solicitado por el cliente ya que es el material de uso básico en Yucatán.</p>
<p style="text-align: center;">Documentación de soporte</p> <p>Sistemas de gestión y normas (PMRCD-CMIC, Anexo VI pág. 24). “Dentro de la construcción de obra tradicional o también podría incluirse en la construcción sustentable, se hace uso de sistemas estructurales prefabricados, que, si bien son más costosos, tienen las siguientes ventajas: Ahorro en cimbra de entre 95% y 100%, ahorro en manejo de</p>

desperdicio y sobrante de materiales de obra, menor volumen de concreto en obra y eliminación del uso de la madera.”

(RCD-EUA, pág. 16). “Considere los componentes prefabricados, porque los fabricantes externos son más propensos a controlar y reciclar los desechos.”

Investigaciones

Prefabricación y dirección de procuración fueron identificados como los métodos más recomendados para minimizar el desperdicio de concreto. Varios autores analizaron el impacto de la prefabricación en reducción de residuos en Hong Kong en el cual el desperdicio promedio fue reducido por 52%¹¹³.

La más común de las mejores prácticas usadas en la fase de diseño es “el uso de prefabricados o sistemas industrializados que genere poco residuo” y “planear un espacio en el sitio de trabajo para la correcta gestión de RCD”¹¹⁴.

Las ventajas de aplicar la prefabricación en las actividades de construcción incluyen la mejora de la integridad en el diseño y la construcción del edificio, la reducción de los trabajadores no calificados; reducir el costo de la construcción, el diseño fijo en las primeras etapas de diseño, una mejor supervisión, promover un sitio de construcción más seguro y organizado y mejorar el desempeño ambiental a través de la minimización de residuos¹¹⁵.

I.4. Realizar un correcto mantenimiento del almacén.

Obra A

Observaciones

El primer día de observación hubo acceso a la bodega, la cual consistía en una obra provisional construida de una estructura de madera y cubierta por láminas de cartón impregnada con asfalto, en su interior solamente almacenaban materiales que cuidaban de la lluvia como lo es los sacos de cemento y herramientas de trabajo. Carecía de vigilancia y se encontraba entreabierta. No existía ventilación en el lugar y no se puede maniobrar con maquinaria, el personal entra de uno en uno a buscar el material necesario en un suelo que se encontraba desnivelado y con varios obstáculos como lonas y varillas.

Obra B

Observaciones

El almacén de materiales era una construcción temporal que consistía en una estructura de acero firme, la cual era cubierta por láminas de acero, en su interior

¹¹³ Jongsung Won, Jack C P Cheng, and Ghang Lee, “Quantification of Construction Waste Prevented by BIM-Based Design Validation: Case Studies in South Korea,” *Waste Management* 49 (2016): 170–80, doi:10.1016/j.wasman.2015.12.026.

¹¹⁴ Villoria Sáez, “Sistema de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición En Obras de Edificación Residencial . Buenas Prácticas En La Ejecución de Obra.”

¹¹⁵ Dajadian and Koch, “Waste Management Models and Their Applications on Construction Sites.”

existían elementos de seguridad tales como señalamientos y extintores; también contenía iluminación eléctrica y ventiladores. Tanto el interior como el exterior de la construcción se mantenían limpias y en orden, con espacio para que el personal pudiera acceder a ella; existía siempre un vigilante encargado de la bodega y mantenían un registro de lo que entra y sale de la bodega, cuando el encargado de la bodega debía de ausentarse, la bodega era cerrada con cadena y candado.

Obra C

Observaciones

No existe un almacén de materiales en la obra, todo el material utilizado se encuentra a la intemperie; solo se cuida y cubre con lonas materiales delicados como lo son los sacos de cemento.

Obra D

Observaciones

La obra no cuenta con un almacén, materiales a granel como lo es la grava y el polvo son apilados al aire libre a orillas del terreno de la construcción; solo materiales como el cemento es guardado dentro de la construcción.

Documentación de soporte

Sistemas de gestión y normas

(PMRCD-CMIC, Anexo VI pág. 24) “Realizar un correcto mantenimiento del almacén, puesto que una instalación desorganizada es una fuente potencial de residuos tales como excedentes, derrames o productos defectuosos.”

I.5. Cumplir los requisitos de almacenamiento de cada material.

Obra A

Observaciones

El material en bodega se mantenía apilados y sobre tarimas para protegerlos de la humedad.

El material a granel almacenado a la intemperie no contenía señalización y forma de protegerse de las condiciones climáticas, lo que ocasionaba que en época de lluvias se perdiera material.

Material como bloques de cerámica eran dejados a la intemperie y se dejaba al descuido del ambiente, dejando que crezca vegetación en ellos y al momento de transportarlos para su uso éstos sufrían daños por parte de los responsables de las maniobras.

Obra B

Observaciones

En bodega se mantenían materiales que debían ser protegidos del clima como son los sacos de cemento, pegazulejos, etcétera; estos se mantenían apilados y sobre tarimas para evitar la humedad del suelo. Materiales a granel como grava y arena se mantenían a la intemperie en áreas específicas, no tenían señalamiento ni nada que evitara la pérdida de material por las condiciones del clima y el uso de este. El material producto de la excavación también era apilado de manera ordenada a orillas del edificio en construcción. Materiales que no

podían mantenerse en bodega debido a su gran tamaño, como cerámicos, eran apilados en orden bajo el techo del edificio en construcción tanto en planta baja como en planta alta, también era apilado a las afueras de la construcción en áreas donde no fuesen maltratados por el paso de la maquinaria ni de los trabajadores de la construcción.

Obra C

Observaciones

En la obra se carece de bodega de materiales, por lo que la mayoría de los materiales utilizados se encontraban a la intemperie. Los bloques de concreto se encontraban sobre la banqueta afuera del terreno de la construcción; los materiales a granel, como es la grava y la arena, se encontraban apilados en terreno natural uno cerca del otro sin protección para evitar desparrame y pérdida de material, ambos materiales se mezclaban entre sí y se encontraban en el paso de los trabajadores, por lo que era frecuentemente pisoteado por estos. Se observó que los sacos de cemento eran apilados en una esquina del terreno de la construcción y eran cubiertos por lonas para cuidarlos del clima; acero y armex se podía ver tirados sobre los montículos de grava y arena.

Obra D

Observaciones

La mayoría de los materiales son dejados al aire libre, entre estos materiales se han visto montículos de grava y polvo, los cuales son encontrados en pilas a orillas de la construcción, dejándose que parte de dichos materiales sean esparcidos en la banqueta y calle debido a que no cuentan con las medidas necesarias para evitar su desbordamiento y protección contra las condiciones ambientales. Los materiales que más se protege son los sacos de cemento, los cuales son almacenados y apilados dentro de la construcción para evitar que éste quede expuesto a lluvias o robo.

Documentación de soporte

Sistemas de gestión y normas

(PMRCD-CMIC, Anexo VI pág. 24). “Cumplir los requisitos de almacenamiento de cada material, particularmente de aquellos más sensibles a inclemencias meteorológicas. En el caso de materiales contenidos en sacos de papel, se deben proteger de la lluvia.”

(RCD-Colombia, pág. 19) “Utilizar los productos por su antigüedad a partir de la fecha de caducidad. Evitar fugas y derrames de los productos peligrosos, manteniendo los envases correctamente cerrados y almacenados. Almacenar correctamente los productos, separar los peligrosos del resto y los líquidos combustibles o inflamables en recipientes adecuados, depositados en recipientes o recintos destinados a ese fin. Establecer en los lugares de trabajo áreas de almacenamiento de materiales, que estarán alejadas de la circulación de otras zonas destinadas para el acopio de residuos.”

Áridos¹¹⁶:

¹¹⁶ Educarchile, “Almacenaje de Materiales En Obra Para La Fabricación de Hormigon,” *Www.Educarchile.Cl*, 2012,

- Determinar las superficies mínimas que se requieren en obra para el almacenamiento de los áridos en obra, considerando el origen de los áridos (rodados o chancados) y la granulometría de éstos.
- En lo posible, considerar que la zona en donde se emplace el almacenamiento de los áridos deberá estar alejada de zonas de circulación de vehículos que puedan contaminar los áridos con el polvo que se levanta debido a la circulación.
- De existir tráfico de vehículos cerca de la zona de acopio de los áridos, cubrirlos con alguna malla que impida la acumulación de partículas de polvo en los áridos.
- Mantener húmedo el terreno colindante al acopio de áridos de manera de evitar polución que pueda contaminar los áridos.
- Controlar las variaciones de humedad de los áridos durante la confección de hormigones.
- Evitar la mezcla de los áridos, tanto en origen como en granulometría.

I.6. Preparar las cantidades necesarias de materiales consumibles.

Obra A

Observaciones

Los trabajadores al preparar su mortero y mezcla de concreto lo realizan en pleno suelo natural. Las mezclas realizadas se dejaban mucho tiempo sin ser utilizadas y se muestra que éstas luego perdían humedad y más tarde se secaban y eran olvidadas por los trabajadores.

Respuestas de entrevista (responsable de obra)

4.1. En materiales no tenemos generación de desperdicios, cada tipo de material se aprovecha lo más que se pueda sobre todo por el alza de los precios en los materiales. Se siguen las fórmulas para la preparación de los materiales.

4.2. No procede.

4.3. No procede.

Obra B

Observaciones

Los trabajadores preparaban sus morteros y mezclas sobre tablas de triplay o hules, también limitaban con tablas el área donde realizaban estos trabajos para evitar que se desperdiciase el material. En ciertas ocasiones, el material que les sobraba lo dejaban secar y al momento de limpiar la superficie donde trabajaron sus mezclas, los residuos eran llevados a la jaula destinada al escombro.

Respuestas de entrevista (responsable de obra)

4.1. Todo lo que tenga que ver con cementantes y prefabricados de concreto, el cemento, bloques, bovedillas que generan un escombro.

4.2. Se tiene que considerar en las tarjetas de precios unitarios, ya que el precio unitario por concepto se incrementa.

4.3. Se busca que la cuantificación que se da para la realización de estos conceptos no se rebase, suministrando de forma gradual a la obra los materiales o se designa cierta cantidad de ellos para un avance.

Obra C**Observaciones**

Se detecta que los trabajadores preparan su mezcla de mortero sobre el suelo de un área dentro de la construcción, el suelo donde se prepara la mezcla se presenta una superficie dura, producto de realizar varias mezclas en el mismo sitio, los alrededores de dicha área muestran residuos de papel de los empaques de cemento y escombro. También se observan residuos de mortero seco y mortero dejado a medio preparar.

Respuestas de entrevista (responsable de obra)

4.1. El cemento, ya que se usa en la mayor parte de la obra y no se puede evitar que este se desperdicie.

4.2. Que afecte monetariamente gastando más de lo presupuestado.

4.3. Se revisa los planos del proyecto y se calcula las cantidades necesarias de material a utilizar en la obra; también se les suministra a los trabajadores en la obra una cierta cantidad de material calculando que éste debe durarle cierto tiempo antes de que se les vuelva a surtir nuevamente.

Obra D**Observaciones**

Los trabajadores preparan su mortero directamente en el suelo natural fuera de la construcción, se observa que en donde se han realizado las actividades de acabado se ha desperdiciado gran cantidad del preparado, ya que se logra ver los residuos de mortero seco en el suelo en las áreas donde fue aplicado el acabado.

Respuestas de entrevista (responsable de obra)

4.1. No se tiene mucha generación de desperdicio ya que se vigila que los trabajadores usen las cantidades necesarias para los trabajos.

4.2. No procede.

4.3. No procede.

Documentación de soporte**Sistemas de gestión y normas**

(PMRCD-CMIC, pág. 94). “Preparar las cantidades necesarias de materiales consumibles, calculando previamente con exactitud la superficie a mantener, acabar o reparar.”

(RCD-Colombia, pág. 22) “Utilizar el material necesario ya estandarizado y ajustado a las líneas civiles y arquitectónicas ya diseñadas y planificadas.”

RCD-EUA, pág. 11) “La reducción del desperdicio, el primer enfoque, produce los mayores beneficios ambientales. Usar menos material cuesta menos, reduce la contaminación de su fabricación y transporte, ahorra energía y agua y mantiene el material fuera de los vertederos. La reducción de desechos debe ser la máxima prioridad en sus planes de manejo de desechos.”

Investigaciones

En los Países Bajos, un proyecto de investigación indica que la principal cantidad de desechos sólidos en un proyecto de construcción es causada por el uso de una pequeña variedad de materiales de construcción. El ochenta por ciento de los desechos de la construcción fue causado por el uso de losetas de piedra, pilares, concreto, elementos de arena y lima, y tejas. Esto causó el 67% del costo total de los desechos¹¹⁷.

El vertido de conglomerantes (cementos, cales y yesos) produce emisiones y residuos de polvo y lodo de limpieza, lo que provoca la posibilidad de contaminación de redes, agua y suelos por presencia de sólidos activos y compuestos químicos irritantes de piel y ojos. Parece evidente el carácter contaminante tanto del concreto fresco residual como de las aguas de lavado. Dicho carácter tiene una naturaleza física por el vertido de partículas de diverso tamaño, mayoritariamente finos, y otra química por la posible presencia de componentes químicos disueltos, pH altamente alcalino y, de manera especial, por el aporte de sustancias químicas peligrosas procedentes de los aditivos incorporados al producto. Esta circunstancia se ve acrecentada por la necesidad de incorporar retardadores de fraguado a las aguas de limpieza para facilitar su recuperación, evitando procesos de fraguado del material no vertido¹¹⁸.

Se tiene que, en los Países Bajos, el 80% de los desechos de la construcción fue causado por el uso de losetas de piedra, pilares, concreto, elementos de arena y lima, y tejas. Esto causó el 67% del costo total de los desechos¹¹⁹.

¹¹⁷ B. a. G. Bossink and H. J. H. Brouwers, “Construction Waste: Quantification and Source Evaluation,” *Journal of Construction Engineering and Management* Marzo (1996): 55–60. Bossink and Brouwers, “Construction Waste: Quantification and Source Evaluation,” 1996.

¹¹⁸ V. Flores-Alés et al., “Análisis de Impactos Ambientales Producidos Durante La Fase de Ejecución En Edificación: Operaciones de Limpieza y Recuperación de Aguas de Lavado de Hormigones En España,” *Consejo Superior de Investigaciones Científicas* 67 (2015).

¹¹⁹ Bossink and Brouwers, “Construction Waste: Quantification and Source Evaluation,” 1996. Bossink and Brouwers, “Construction Waste: Quantification and Source Evaluation,” 1996.

II. Separación y almacenamiento de residuos en obra.

II.1. Clasificación de los RCD
<p style="text-align: center;">Obra A</p> <p>Observaciones Materiales de excavación se encontraban clasificados y separados en la obra para su posterior uso; tierras y rocas eran colocados por separado. Existía material de excavación contaminado con residuos de plástico, cartón y orgánico que igualmente se encontraba en montículos separados a orillas de la obra.</p>
<p style="text-align: center;">Obra B</p> <p>Observaciones Los residuos se encontraban clasificados en su mayoría en la obra, los metales, cartones, escombros eran separados de la basura en general. Cuando salían RCD en los trabajos de la obra, éstos eran apilados y colocados en una zona donde no moleste el paso de maquinaria y personal, luego con la ayuda de excavadoras era llevado a su correspondiente jaula de residuos. Hubo algunos días donde se detectó que los residuos clasificados en las jaulas estaban mezclados con otros residuos como PET, plásticos y similares, también la jaula de escombros se desbordaba a los lados contaminando a los RCD de las jaulas de los lados.</p>
<p style="text-align: center;">Obra C</p> <p>Observaciones No existe la presencia de una clasificación de RCD en la obra. En toda la obra se encuentran residuos como escombros, plástico, cartón y materiales orgánicos mezclados entre ellos.</p>
<p style="text-align: center;">Obra D</p> <p>Observaciones No se encuentra un patrón de clasificación de RCD a excepción del escombros.</p>
<p style="text-align: center;">Documentación de soporte</p> <p>Sistemas de gestión y normas (PMRCD- CMIC, pág. 35) “Los RCD deberán separarse principalmente en las siguientes fracciones: 1. Material de excavación, 2. Concreto, 3. Escombros, 4. Otros.”</p> <p>(RCD Colombia, pág. 11) “Los residuos producidos en el desarrollo de una obra son los que se enlistan a continuación: RCD aprovechables y RCD no aprovechables. Los aprovechables se subdividen en: Residuos pétreos, residuos finos no expansivos, residuos finos expansivos, residuos no pétreos, residuos de carácter metálico, residuos de pedones, residuos de cespedones. Los no aprovechables se subdividen en: residuos peligrosos, residuos especiales y residuos contaminados.”</p> <p>(RCD España01, pág. 10) “Tipología de RCD: Residuos peligrosos, residuo no peligroso, tierras y rocas, residuos urbanos, envase y embalaje”</p> <p>(RCD España02, pág. 249) “Los RCS se clasifican según el código de la lista europea de residuos, incluida en el documento.”</p>

(RCD-UE, anexo B pág. 31)” Lista de clasificación de RCD tomado de la lista europea de residuos (*commission decisión 2000/532/EC*).”

Ley de residuos sólidos Yucatán capítulo II, de la clasificación de los residuos
Artículo 6.- Los residuos objeto de esta Ley se clasifican en¹²⁰:

I.- Residuos de manejo especial:

a) Residuos de las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen para este fin, así como los productos derivados de la descomposición de las rocas, excluidos de la competencia federal conforme a las fracciones IV y V del artículo 5 de la Ley Minera.

g) Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general.

II.- Residuos Sólidos:

a) Los generados en las casas habitación, unidades habitacionales o similares que resultan de la eliminación de los materiales que se utilizan en actividades domésticas, de los productos que se consumen, de sus envases, embalajes o empaques y los provenientes de cualquier otra actividad que genere residuos sólidos con características domiciliarias, y

b) Los resultantes de la limpieza de las vías públicas y áreas comunes, siempre que no estén considerados por esta Ley como residuos de manejo especial.

Los residuos sólidos deberán ser agrupados en orgánicos e inorgánicos y subclasificados, según el Reglamento que para tal efecto expidan los Ayuntamientos.

II.2. Antes de iniciar la obra, establezca los sitios determinados al almacenamiento temporal de los residuos según su tipo.

Obra A

Observaciones

No se detecta sitios para residuos, únicamente es apilado material de excavación a orillas de la construcción.

Obra B

Observaciones

Desde que se entra a la obra, se puede observar que existen diferentes jaulas o zonas destinadas a almacenar residuos según su clase: acero, cartón, madera, escombros, basura en general y zona de residuos peligrosos.

Obra C

Observaciones

No se observa la existencia de sitios dedicados al almacenamiento de RCD, en toda la obra se observan escombros, sacos de cemento vacío, basura orgánica y basura en general esparcidos en todas partes.

Obra D

¹²⁰ Poder ejecutivo del Estado de Yucatán, “Ley Para La Gestión Integral de Los Residuos En El Estado de Yucatán.”

Observaciones

Por fuera de la obra se localiza varios sacos con escombros arrinconados, también se puede ver en varios puntos de la obra escombros apilados en pequeños montículos, se observa también varios bloques de concretos quebrados por todas partes sin un apilamiento o almacenamiento específico; también se puede localizar esparcidos sacos de cemento vacío.

Fuera de la obra también se puede ver trozos de block de concreto esparcidos en todas las áreas, así como sacos de cemento vacío.

Documentación de soporte**Sistemas de gestión y normas**

(PMRCD CMIC, pág. 35). “En cada obra que esté sujeta al plan de manejo de RCD deberá separar los residuos según la clasificación de la tabla de la CMIC: Clasificación y estimación de los RCD”.

(RCD Colombia, pág. 19). “Establecer en los lugares de trabajo áreas de almacenamiento de materiales, que estarán alejadas de la circulación y de otras zonas destinadas para el acopio de residuos”.

(RCD España01, pág. 23). “Otro de los principios que debe guiar la gestión de los RCD es el de proximidad, especialmente debido a la naturaleza, elevado peso y volumen de estos residuos. Ello significa que los residuos debieran gestionarse tan cerca como fuera posible del lugar de su generación, reduciendo la necesidad de su transporte a lo largo de grandes recorridos”.

(RCD España02, pág. 255). “Los RCD pasarán por una estación de transferencia donde se almacenarán temporalmente y, cuando se considere oportuno, se realizará una primera clasificación”.

Investigaciones

Prever una zona en la obra para el correcto almacenaje de los RCD permite garantizar las características de los RCD hasta el momento de su utilización evitando la contaminación de los mismos por residuos peligrosos¹²¹.

II.3. El Almacenamiento de los residuos debe hacerse en recipientes tapados.**Obra A****Observaciones**

No se hayan contenedores para almacenar residuos.

Obra B**Observaciones**

Las Jaulas para los RCD no contaban con recipientes especiales, dichas jaulas estaban formadas de una estructura de triplay malla de acero los cuales formaban una caseta de tres lados sin techo.

¹²¹ Villoria Sáez, “Sistema de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición En Obras de Edificación Residencial . Buenas Prácticas En La Ejecución de Obra.”

Obra C
Observaciones No se hayan contenedores para almacenar residuos.
Obra D
Observaciones No se hayan contenedores para almacenar residuos. Parte del escombro era almacenado en costales.
Documentación de soporte
Sistemas de gestión y normas (PMRCD CMIC, pág. 35). “El almacenamiento de los residuos debe hacerse en tres recipientes tipo caneca plástica con tapa”. (RCD Colombia, pág. 20). “Seleccionar los espacios dentro del frente de obra para la realización del acopio, separación y clasificación de los RCD, con los respectivos contenedores o espacios adecuados para tal fin, debidamente identificados y rotulados.”. (RCD España). “Los residuos se ubicarán en contenedores o zonas claramente identificadas, donde se haga selección de acuerdo al residuo a ser aprovechado”. (RCD EUA, pág. 19). “Durante la construcción, cada contratista es responsable de recolectar, clasificar y depositar sus residuos en contenedores designados como se indica en el plan de gestión de residuos”. (RCD UE, pág. 13). “El residuo debe ser segregado y dispuesto en contenedores dedicados separados.”
Investigaciones El plan de gestión de residuos deberá prever la disposición de contenedores en obra para la separación de los distintos tipos de residuos según su naturaleza ¹²² .

II.4. Instruir a todo el personal que labora en la obra sobre la obligatoriedad de depositar los residuos en las canecas o contenedores según su etiqueta y no apilar o dejar los residuos desprotegidos en otras áreas no autorizadas.

Obra A
Observaciones Los trabajadores al terminar su jornada laborar recogen las herramientas utilizadas en el día. Al retirarse el personal, se detecta que se deja los envoltorios de productos como sacos vacíos de cemento, residuos de mezcla de mortero y tinajas, donde se contenía el concreto premezclado, sin lavar. Al día siguiente estos residuos se mantenían en la misma zona de trabajo, el material que se secó en las tinajas fue raspado y depositado directamente en el suelo a lado de esta.
Respuestas de entrevista (responsable de obra)

¹²² Ibid.

- 5.1. Si se les instruye.
- 5.2. Se les comenta realmente que toda su basura se concentre en un solo lugar, o se contrata a una sola persona para que recoja todas las tardes la basura y la vaya quitando.
- 5.3. Si, para mantener la obra limpia.
- 5.4. Se instruye a los ingenieros de lo que se tiene que hacer, por ejemplo, si en un momento dado se le haya olvidado, la empresa les recuerda que deben realizar la limpieza y éstos mandan a alguien de su mismo grupo a realizarlo.

Obra B

Observaciones

Cada cierto tiempo, un grupo de trabajadores era el encargado de recolectar los RCD que se generaban en la obra y se llevaban a las jaulas correspondientes.

Respuestas de entrevista (responsable de obra)

- 5.1. Si se les instruye.
- 5.2. A todo el personal, desde el alto rango hasta el más bajo rango se les notifica que deben mantener el área limpia, de lo contrario habrá llamadas de atención que puede provocar incluso el retirarlos de la obra.
- 5.3. Si, constantemente personal de seguridad vigila que los trabajadores cumplan con mantener limpia la obra.
- 5.4. Personal de seguridad contratado que vigila la seguridad de la obra.

Obra C

Observaciones

Los trabajadores recogen y embolsan su basura de productos que consumen, pero no son depositados en ningún lugar; simplemente son dejados a un lado de la construcción a un lado del paso del personal.

Respuestas de entrevista (responsable de obra)

- 5.1. Si se les instruye.
- 5.2. Se les pide que no dejen sucio el área de trabajo.
- 5.3. El encargado de la obra en turno debe vigilar que los trabajadores no dejen basura.
- 5.4. El encargado de obra.

Obra D

Observaciones

La basura generada por los trabajadores al consumir alimentos es colocada en bolsas de cemento vacío y son puestas fuera de la construcción. Residuos de block son tirados y amontonados a orillas del edificio en construcción y en una palma que ha sido sembrada.

Respuestas de entrevista (responsable de obra)

- 5.1. Si se les instruye.
- 5.2. Se les pide a los trabajadores mantener limpia el área de trabajo.
- 5.3. Si se realiza.
- 5.4. El contratista se le pide que vigile a sus trabajadores para que no dejen basura regada en la obra.

Documentación de soporte

Sistemas de gestión y normas

(PMRCD CMIC, pág. 94). “Instruir a todo el personal que labora en la obra sobre la obligatoriedad de depositar los residuos en las canecas o contenedores según su etiqueta y no apilar o dejar los residuos desprotegidos en otras áreas no autorizadas”.

(RCD Colombia, pág. 32). “Hay que impartir formación suficiente para que el personal conozca la correcta gestión de cada uno de los residuos generados en la obra”.

(RCD España02, pág. 286) “La comunidad de Madrid trabajará en la sensibilización del personal técnico de las empresas productoras de RCD.”

(RCD EUA, pág. 20). “Proveer de entrenamiento para cada contratista y subcontratista sobre el propósito, objetivos y procedimientos de RCD”.

(RCD UE, pág. 20). “Garantizar que los trabajadores tengan un buen equipo y estén capacitados”.

II.5. Identifique a las personas o empresas que estén interesadas en recibir materiales reciclables, resultantes de las actividades de la obra.

Obra A

Observaciones

No se detecta personas o empresa alguna recolectando o recibiendo material reciclable. Todos los residuos generados son acumulados y arrinconados a un costado del terreno de la construcción. Algunos materiales reciclables como la madera y utilizado para soporte de las cimbras utilizadas eran apilados a un lado de la construcción, pero no había señales de retirarlo fuera de la obra.

Respuestas de entrevista (responsable de obra)

8.4. No se reciben empresas de este tipo.

8.5. No se reciben empresas de este tipo

Obra B

Observaciones

No se detecta personas o empresa alguna recolectando o recibiendo material reciclable.

Respuestas de entrevista (responsable de obra)

8.4. Personas de carácter informal son las que solicitan este tipo de materiales. Por ejemplo, la madera es solicitada por los negocios locales como panaderías para utilizarla en sus hornos, y en ocasiones la chatarra es regalada a los mismos

trabajadores de la obra para que éstos la vendan y el dinero obtenido de esto les sirve para organizar la comida.

8.5. Madera, chatarra y en ocasiones escombros.

Obra C

Observaciones

No se detecta personas o empresa alguna recolectando o recibiendo material reciclable.

Respuestas de entrevista (responsable de obra)

8.4. No se reciben empresas de este tipo.

8.5. No se reciben empresas de este tipo.

Obra D

Observaciones

No se detecta personas o empresa alguna recolectando o recibiendo material reciclable.

Respuestas de entrevista (responsable de obra)

8.4. No se reciben empresas de este tipo.

8.5. No se reciben empresas de este tipo.

Documentación de soporte

(PMRCD-CMIC, anexo VI pág. 26). “Identifique a las personas o empresas que estén interesadas en recibir materiales reciclables, resultantes de las actividades de la obra.”

(RCD Colombia, pág. 17). “Para que el reciclaje sea efectivo se debe implementar desde un programa integral, teniendo en cuenta la composición de los residuos, la disponibilidad de mercados para los materiales reciclados, la situación económica de la región y la participación de la comunidad”.

(RCD España01, pág. 9). El documento muestra una lista de las dos plantas de reciclaje ubicadas en su región.

(RCD España02, pág. 245). Habla de las diferentes infraestructuras existentes en su región.

(RCD EUA). En gran parte del documento habla sobre la importancia de reciclar y la manera de como organizarse para realizar esta actividad y entregar a los sitios correspondientes el material reutilizable.

(RCD España02, pág. 245). “En la logística hay que mantener en cuenta la proximidad de las plantas de reciclaje para los RCD”.

II.6. Limpieza del área de trabajo.

Obra A

<p>Observaciones</p> <p>Los trabajadores al terminar su jornada laboral recogen las herramientas utilizadas en el día. Al retirarse el personal, se detecta que se deja los envoltorios de productos como sacos vacíos de cemento, residuos de mezcla de mortero y tinas, donde se contenía el concreto premezclado, sin lavar. Al día siguiente estos residuos se mantenían en la misma zona de trabajo, el material que se secó en las tinas fue raspado y depositado directamente en el suelo a lado de esta.</p>
<p style="text-align: center;">Obra B</p> <p>Observaciones</p> <p>Al término de la jornada laboral, los trabajadores deben entregar sus herramientas de trabajo limpias, se procuraba que el material utilizado se acabe para no dejar residuos del mismo, pero en caso de no terminarse éste era abandonado y colocado a un lado para luego al día siguiente ser depositado en su jaula correspondiente.</p>
<p style="text-align: center;">Obra C</p> <p>Observaciones</p> <p>Existen escombros y basura en las áreas de trabajo; simplemente para acceder a la obra hay que sortear los montículos de materiales y acero. El acceso a las áreas de la obra es un poco difícil debido a que se puede encontrar residuos de madera, bloques de concreto roto, acero y residuos orgánicos al caminar entre las áreas.</p>
<p style="text-align: center;">Obra D</p> <p>Observaciones</p> <p>El área donde se trabaja se mantiene lleno de escombros y residuos de mezcla, plásticos y otros residuos, los cuales obstruyen el paso, esto se puede ver tanto en el área de trabajo como en el acceso al edificio. El escombros y otros residuos son retirados para dar paso a la colocación de pisos.</p>
<p style="text-align: center;">Documentación de soporte</p> <p>(PMRCD-CMIC, anexo VI pág. 26) “Diariamente, al finalizar la jornada, se debe realizar una limpieza general de la zona donde se realice la obra.”</p> <p>(RCD Colombia, pág. 35). “Se debe tener la existencia de una organización en obra que garantice la separación en fracciones de los distintos RCD almacenados temporalmente en la obra, en óptimas condiciones de orden y limpieza”.</p> <p>(RCD España01, pág. 13). “Los desechos deberán agruparse y transportarse fuera del lugar de trabajo lo antes posible...”.</p> <p>(RCD EU, pág. 21). Contiene puntos para prevenir residuos en el sitio de trabajos.</p>

III. Residuos especiales

III.1. Clasificar los residuos peligrosos según los símbolos de peligrosidad indicados en la etiqueta del producto.

Obra A

<p>Observaciones Se observan botellas de aceite para motor tirados en varios puntos de la obra.</p> <p>Respuestas de entrevista (responsable de obra) 6.1. No se manejan residuos peligrosos.</p>
<p style="text-align: center;">Obra B</p> <p>Observaciones No se detecta el uso de residuos peligrosos en la obra, el combustible y aceites para las máquinas se colocaban almacenados en la bodega.</p> <p>Respuestas de entrevista (responsable de obra) 6.1. Generalmente lo que se maneja nosotros haciendo obra civil y manejando maquinarias es un control de combustibles, por lo que se implementa unas casetas independientes del almacén de la obra para el resguardo de los contenedores se construye de forma que haya ventilación en ambas direcciones, se construyen medidas en el suelo para que no se derrame directamente al suelo con pendientes hacia el interior.</p>
<p style="text-align: center;">Obra C</p> <p>Observaciones No se detecta el uso de residuos peligrosos en la obra.</p> <p>Respuestas de entrevista (responsable de obra) 6.1. No se manejan residuos peligrosos.</p>
<p style="text-align: center;">Obra D</p> <p>Observaciones Se observa botellas de aceite vacíos tirados en varios puntos de la obra, éstos se mantienen todo el tiempo que duró las observaciones.</p> <p>Respuestas de entrevista (responsable de obra) 6.1. No se manejan residuos peligrosos.</p>
<p style="text-align: center;">Documentación de soporte</p> <p>(RCD-Colombia)” Son obligaciones de los productores de residuos peligrosos: no mezclarlos; envasar y etiquetar los recipientes que contengan estos residuos; llevar un registro en el libro que lleve la obra de los residuos peligrosos producidos; proporcionar a las empresas autorizadas la información necesaria para su adecuado tratamiento Y/o disposición.”</p> <p style="text-align: center;">Efectos que tiene el aceite como residuos</p> <p>Los residuos de aceites, residuos químicos y combustibles son productos difícilmente degradables, que en pequeñas proporciones son capaces de contaminar grandes cantidades de agua, disminuyendo las proporciones de oxígeno y matando la vida en ella. En efecto, los aceites usados recubren la tierra</p>

formando una película impermeable que destruye el equilibrio ecológico y la fertilidad del suelo¹²³.

Análisis

Se detecta que en la mayoría de las obras no tienen conciencia de qué residuos son considerados peligrosos, dejando pasar en alto que estos pueden afectar la contaminación del subsuelo.

III.2. Existencia en la obra de una zona específica para el almacenamiento de los residuos y envases considerados peligrosos (aceites, combustibles, y otros).

Obra A

Observaciones

No se observa zonas específicas para residuos peligrosos.

Obra B

Observaciones

Existe una jaula destinada al almacenamiento de residuos peligrosos, es la única jaula que contiene un piso de concreto al parecer para no dejar filtrar en el suelo los contaminantes. Sin embargo, en la obra no se detecta el uso de materiales peligrosos durante las observaciones.

Obra C

Observaciones

No se observa zonas específicas para residuos peligrosos.

Obra D

Observaciones

No se observa zonas específicas para residuos peligrosos.

Documentación de soporte

(PMRCD-CMIC, anexo VI pág. 22) “En la obra debe existir una zona específica para el almacenamiento de los residuos y envases considerados peligrosos, donde deben ubicarse diferentes contenedores, etiquetados según el tipo de residuo peligroso que pueden aceptar.”

(RCD Colombia, pág. 18). “En la ejecución de la obra se debe llevar a cabo una segregación, envasado, etiquetado y almacenamiento correcto dentro de las propias instalaciones de los residuos peligrosos”.

(RCD España01, pág. 12). “Los residuos peligrosos no se pueden eliminar junto con el resto de RCD, estos deben ser separados para gestionarlos mediante empresa autorizada”.

(RCD España02, pág. 286). “Los residuos peligrosos pueden generar problemas ambientales al ir mezclados en los RCD”.

¹²³ Corporación eléctrica del Ecuador, “Manejo, Prevención y Control de Derrames de Aceites, Químicos y Combustibles” (Cuenca, Ecuador), accessed February 2, 2018, <https://www.celec.gob.ec/hidropaute/>.

(RCD EUA, pág. 18). En sus estrategias para el desarrollo de un plan de manejo de residuos indica que se debe disponer apropiadamente de los residuos peligrosos.

(RCD UE, pág. 15). “residuos peligrosos no deben ser mezclados con residuos no peligrosos ya que pueden contaminar estos materiales y hacerlos no reutilizables o no reciclables”.

III.3. Almacenar los residuos peligrosos separados de focos de calor o llamas.

Obra A

Observaciones

No se observa residuos peligrosos cerca de fuego o materiales que provoquen incendio.

Obra B

Observaciones

No se observa residuos peligrosos cerca de fuego o materiales que provoquen incendio.

Obra C

Observaciones

No se observa residuos peligrosos cerca de fuego o materiales que provoquen incendio.

Obra D

Observaciones

No se observa residuos peligrosos cerca de fuego o materiales que provoquen incendio.

Documentación de soporte

(PMRCD-CMIC, anexo VI pág. 22) “Almacenar los residuos peligrosos separados de focos de calor o llamas.”.

III.4. Los envases vacíos de combustibles, aceites y otros deben almacenarse en la zona de residuos peligrosos.

Obra A

Observaciones

Envases vacíos de aceite de motor se encontraron tirados en varios puntos de la obra.

Obra B

Observaciones

No se observa residuos peligrosos en la obra durante las observaciones.

Obra C

Observaciones

No se observa residuos peligrosos en la obra durante las observaciones.

Obra D

Observaciones

No se observa residuos peligrosos en la obra durante las observaciones.

Documentación de soporte

(PMRCD-CMIC, anexo VI pág. 22) “Los envases vacíos de combustibles, aceites y otros deben almacenarse en la zona de residuos peligrosos”

III.5. No incinerar residuos en la obra ni verter sustancias contaminantes en las redes de saneamiento ni en cauces públicos.

Obra A

Observaciones

Se encontraron indicios de quema de madera y otros materiales como el nylon en ciertos puntos de la obra.

Obra B

Observaciones

Se encontraron indicios de quema de RCD dentro de la obra.

Obra C

Observaciones

Se encontraron indicios de quema de RCD dentro de la obra.

Obra D

Observaciones

No se ve la presencia de quema de RCD dentro de la obra.

Documentación de soporte

(PMRCD-CMIC, anexo VI pág. 22) “No incinerar residuos en la obra ni verter sustancias contaminantes en las redes de saneamiento ni en cauces públicos.”

Fuera de la obra

I. Acopio y transporte

I.1. Control documental de cada traslado

Obra A

Observaciones

No se detecta traslado de RCD durante las observaciones, los RCD son puestos a un lado del terreno de la obra.

Respuestas de entrevista (responsable de obra)

8.6. Si, normalmente se exhibe una nota de comprobante para que no lo tiren en cualquier parte.

8.7. Si, normalmente se pide.

8.8. Nadie realiza esta actividad.

9.3. No se generan residuos peligrosos.

9.4. No se generan residuos peligrosos.

9.5. No se generan residuos peligrosos.

Obra B

Observaciones

Se detecta el traslado de material de excavación a un banco de materiales; cuando llega el volquete un acompañante del chofer avisa al guardia de seguridad de su llegada y éste le da aviso a uno de los ingenieros de la obra, el cual indica dónde será llenado el volquete con el residuo. No se detecta traslado de otro tipo de RCD durante las observaciones.

Respuestas de entrevista (responsable de obra)

8.6. Si, por cada viaje se emite un recibo a través de una nota donde se estipula fecha, hora, tipo de material que se transporta, volumen de material transportado, persona que lo transporta, placas de vehículo y a donde se está transportando.

8.7. Si, cuando se usa para movimiento interno de la empresa como a otra obra, para revisar volúmenes de ingreso o egreso, también para bancos autorizados se exigen comprobantes de la recepción de material.

8.8. Para esta obra el sobrestante de maquinaria fue el encargado de ello a través de bitácora diaria de maquinarias.

9.3. No, nunca se les ha exigido.

9.4. Particularmente no, nunca se les ha exigido.

9.5. No, nada más el mismo sobrestante de la maquinaria se encarga de ver que se cumpla que se lleven su desperdicio fuera de la obra.

Obra C

Observaciones

No se detecta traslado de RCD durante las observaciones.

Respuestas de entrevista (responsable de obra)

8.6. Normalmente otorgan un comprobante por el servicio de traslado.

8.7. No se les exige.

8.8. Nadie realiza esta actividad.

9.3. No se generan residuos peligrosos.

9.4. No se generan residuos peligrosos.

9.5. No se generan residuos peligrosos.

Obra D

Observaciones

No se detecta traslado de RCD durante las observaciones.

Respuestas de entrevista (responsable de obra)

8.6. El transportista por lo general otorga un comprobante.

8.7. No se exige

8.8. Nadie realiza esta actividad.

9.3. No se generan residuos peligrosos.

9.4. No se generan residuos peligrosos.

9.5. No se generan residuos peligrosos.

Documentación de soporte

(PMRCD CMIC, pág. 36) “Debe existir un control documental de cada traslado, con el propósito de contar con elementos para comprobar que la disposición de residuos se hizo de forma correcta.”.

En todos los demás sistemas de gestión hablan de llevar registro de cada uno de los traslados y tipo de RCD que son transportados.

I.2. Mecanismo de reducción de RCD en el acopio en obra y el traslado de residuos

Obra A

Observaciones

No se detecta traslado de RCD durante las observaciones, los RCD son puestos a un lado del terreno de la obra.

Obra B

Observaciones

El transporte que llevaba los residuos producto de excavaciones no presenta indicios de mecanismos de reducción de dispersión de RCD en el traslado a banco de materiales.

Obra C

Observaciones

No se detecta traslado de RCD durante las observaciones.

Obra D

Observaciones

No se detecta traslado de RCD durante las observaciones.

Documentación de soporte

(PMRCD CMIC, pág. 36) “En el acopio en obra, así como para el traslado de los residuos, deberán establecerse mecanismos que reduzcan significativamente la dispersión de finos y en general de los RCD”.

(RCD Colombia, pág. 9) Menciona normatividades en las cuales se comenta sobre la manera en que deben ser transportados los RCD.

(RCD España01 y España02) Hablan sobre obligaciones que el transporte tiene al momento de trasladar los RCD.

(RCD UE) Menciona directrices sobre como debe ser el traslado de los RCD a los sitios de disposición final.

I.3. Contratación de servicios formales para el traslado de los residuos

Obra A

Observaciones

No se detecta traslado de RCD durante las observaciones, los RCD son puestos a un lado del terreno de la obra.

Respuestas de entrevista (responsable de obra)

8.1. No.

8.2. No se reciben empresas de este tipo.

8.3. No se reciben empresas de este tipo.

9.1. No se generan residuos peligrosos.

9.2. No se generan residuos peligrosos.

Obra B

Observaciones

Se contrata volquetes pertenecientes a la confederación revolucionaria de obreros y campesinos (CROC) para transportar residuos producto de la excavación.

Respuestas de entrevista (responsable de obra)

8.1. La madera se regala a gente colindante a la obra, con negocios cercanos a la obra, o persona laborante de la obra lo piden. La chatarra se regaló a los trabajadores, solicitando un chatarrero para poder generar un ingreso para los trabajadores y organizar comidas.

8.2. Personas informales, trabajadores y personas que solicitaban el residuo. La única persona formal sería el sindicato de transporte encargado de los fletes y los chatarreros.

8.3. La chatarra, la madera y algún otro viaje de escombro.

9.1. Los únicos consumibles fueron los combustibles, transportados por vehículos propios llevados por un diligenciero. Generalmente la maquinaria empleada es renta por lo que la disposición de los materiales mencionados corre a cuenta de los retadores de la maquinaria, recogen sus propios residuos y la disposición final va pro cuenta de ellos.

9.2. Los únicos consumibles fueron los combustibles.

Obra C

Observaciones

No se detecta traslado de RCD durante las observaciones.

Respuestas de entrevista (responsable de obra)

8.1. No.

8.2. No se reciben empresas de este tipo.

8.3. No se reciben empresas de este tipo.

9.1. No se generan residuos peligrosos.

9.2. No se generan residuos peligrosos.

Obra D

Observaciones

No se detecta traslado de RCD durante las observaciones.

Respuestas de entrevista (responsable de obra)

8.1. No.

8.2. No se reciben empresas de este tipo.

8.3. No se reciben empresas de este tipo.

9.1. No se generan residuos peligrosos.

9.2. No se generan residuos peligrosos.

Documentación de soporte

(PMRCD CMIC, pág. 36) Habla de que se debe acreditar de forma oficial a los transportistas, con la finalidad de promover el transporte de residuos a través de empresas registradas.

(RCD Colombia pág. 20) “Seleccionar transportadores registrados y capacitados en el manejo correcto de residuos de construcción y demolición ante la secretaría correspondiente “.

(RCD España01, pág. 19) “El transporte debe realizarse mediante empresa inscrita en el correspondiente registro”.

(RCD España02, pág. 258) “Una vez generados, los RCD deben ser recogidos y trasladados por transportistas inscritos en el registro correspondiente”.

(RCD UE, pág. 18) Indica en una tabla que la transportación de RCD debe ser por vehículos registrados o aprobados.

I.4. Acreditar de forma oficial a los transportistas

Entrevista dependencia de gobierno del Estado de Yucatán encarga del medio ambiente

La dependencia de gobierno cuenta con una lista de transportistas acreditados para el manejo de residuos especiales; dicha lista debe ser solicitada al departamento correspondiente para disposición de quien requiera de los servicios. Las empresas registradas en la SEDUMA donde especifiquen manejo de residuos solo pueden utilizar los servicios de los transportistas acreditados por la institución. De realizar tratos con algún transportista que no se encuentre acreditado, éste deberá hacerlo de manera obligatoria antes de realizar cualquier traslado de residuos.

Documentación de soporte

(PMRCD CMIC, pág. 36) Habla de promover que el mayor número de transportistas sean acreditados.

II. Reuso y reciclaje

II.1. Reusar y reciclar los RCD

Obra A

Observaciones

El material de excavación es reutilizado para rellenar áreas de la obra.

Respuestas de entrevista (responsable de obra)

7.1. Se utiliza como relleno, se llenan volquetes y se acomodan a un lado de la obra para su posterior uso, el material que no es utilizado luego se lleva a esparcir a un área destinada.

7.2. Lo mismo que con los materiales de excavación.

7.3. Solo de rocas y escombro.

7.4. Se desaloja y se manda a esparcir en otro sitio para que pueda ser utilizado luego para plantar árboles o para futura área en construcción.

Obra B

Observaciones

El material de excavación que no es llevado a banco de material es reutilizado para rellenar áreas de la obra. Se observa personal de la obra separando material PET de la jaula de basura.

Respuestas de entrevista (responsable de obra)

7.1. En esta obra donde hubo mucho corte se hicieron tres disposiciones finales: una parte de ella se mandó a un banco autorizado para su disposición, también se la vendimos a un banco que produce grava y otra parte lo almacenamos en un terreno adjunto a la obra, se trituraron por medio de un triturador móvil y fue acarreado a otra obra de la empresa para poder crear calles.

7.2. Primero se clasifica que no tenga otro tipo de desperdicios como acero para que se pueda disponer de ellos en bancos autorizados.

7.3. Si, en esta obra se utilizaron una especie de corrales donde teníamos separado materiales de residuos peligrosos, plásticos, madera, acero y basura en general; no se hizo hincapié en basura organica e inorgánica.

7.4. Dependiendo del material es la disposición final que se le da.

Obra C

Observaciones

No se observa medidas de reciclaje en la obra.

Respuestas de entrevista (responsable de obra)

7.1. Normalmente es utilizado en la misma obra como relleno, si existe sobrante de éste material se contrata un volquete para que lo retire.

7.2. Lo mismo que con los materiales de excavación.

7.3. No se realiza.

7.4. Se contrata a un camión de volteo para que lo retire de la obra.

Obra D

Observaciones

No se observa medidas de reciclaje en la obra.

Respuestas de entrevista (responsable de obra)

7.1. En su mayoría el material es utilizado para rellenar las excavaciones y desniveles de la obra.

7.2. Lo mismo que con los materiales de excavación.

7.3. Ninguna.

7.4. Se consigue un camión de volteo que desaloje el escombros y demás material que es considerado residuo.

Documentación de soporte

(PMRCD CMIC, pág. 38) “Reusar y reciclar los RCD a medida que el proyecto o la obra lo permita y conforme la planeación misma”.

(RCD Colombia) Contiene procedimientos para realizar actividades para la reducción, reutilización, reciclaje, revalorización y disposición final de los RCD.

(RCD España01 y España 02) Ambos documentos hablan sobre la reutilización y reciclaje de los RCD no peligrosos.

(RCD EUA) La mayor parte del documento se centra, principalmente, en la filosofía de reuso y reciclaje.

(RCD UE) Cuenta con procedimientos escritos para el reuso y reciclaje de los RCD.

II.2. Promover el mayor número posible de licitaciones de obra que incorporen en sus requerimientos reutilización y reciclaje.

Entrevista dependencia de gobierno del Estado de Yucatán encarga del medio ambiente

Para obtener los permisos de uso de suelo, la empresa constructora debe registrarse a la institución y plantear las acciones que va a realizar, así como los residuos a manejar, que transportistas serán los responsables del traslado de los residuos y a quien se los va a entregar.

Documentación de soporte

(PMRCD CMIC, pág. 38) Promover en el mayor numero posible de licitaciones de obra pública federal y estatal, así como en el reglamento de construcción locales, que incorporen en sus requerimientos reutilización y reciclaje.

Disposición Final

III.1 Utilización de sitios autorizados para disposición final.

Obra A

Observaciones

No se detecta traslado de RCD durante las observaciones, los RCD son puestos a un lado del terreno de la obra.

Obra B

Observaciones

El RCD producto de la excavación es trasladado al banco de materiales más cercano a la obra. El resto de los RCD no es presenciado su traslado.

Obra C

Observaciones No se detecta traslado de RCD durante las observaciones.
Obra D
Observaciones No se detecta traslado de RCD durante las observaciones.
Documentación de soporte
(PMRCD CMIC, pág. 38) “Reusar y reciclar los RCD a medida que el proyecto o la obra lo permita y conforme la planeación misma”.
(RCD Colombia) Menciona el llevar los RCD a sitios de disposición final autorizados.
(RCD España01 y España 02) Ambos documentos mencionan sitios autorizados de para llevar los diferentes RCD.
(RCD EUA) Hace mención de los diferentes lugares de reciclaje y disposición final que se encuentran en la región.
(RCD UE) En varios puntos menciona el de llevar los diferentes tipos de RCD a sitios que las autoridades locales hayan asignado.