

GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN OBRAS DE EDIFICACIÓN

Jonathan De Dios Frías¹, José Antonio Domínguez Lepe²,
Luis Felipe Jiménez Torrez³, Maritza Chan Juárez⁴

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Recibido: 23/09/2019 Aceptado: 30/09/2019 Publicado: 03/12/2019

Resumen.- El objetivo de este estudio es desarrollar un plan de gestión de residuos de construcción y demolición en obras de edificación en base a índices de generación de residuos de construcción y demolición (RCD) en el estado de Quintana Roo, obtenidos a su vez mediante la revisión de literatura sobre este tema; la estructura del plan está conformada por 2 programas: el programa de generación de RCD, en el cual a través de índices de generación obtenidos de investigaciones de campo se estima la cantidad de RCD que se espera se genere a lo largo de la obra y el programa de traslado y almacenamiento temporal en el que se estima el espacio mínimo necesario para el almacenamiento temporal de los RCD y la frecuencia de traslado de los RCD fuera del sitio de obra; por último se propone una guía para la implementación del Plan de gestión de RCD.

Palabras clave: Gestión, residuos, construcción, demolición.

MANAGEMENT OF CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE IN BUILDING CONSTRUCTIONS

Abstract.- The goal of this study is to develop a construction and demolition waste (C&D waste) management plan applied in building works based on construction and demolition waste generation rates in the state of Quintana Roo, obtained through review of literature on this subject; The structure of the plan is based on 2 programs: the C&D waste generation program, in which the amount of that is expected to be generated throughout the construction is estimated through generation rates obtained from field investigations, and the temporary storage and transfer program in which the minimum space necessary for temporary storage and the frequency of transfer of C&D waste outside the construction site are estimated; Finally, a guide is proposed for the implementation of the C&D waste Management Plan.

Keywords: Construction, demolition, waste, management.

Introducción

La producción de residuos de construcción y demolición (RCD) a nivel mundial ha aumentado considerablemente durante las últimas décadas, lo que ha ocasionado un problema ambiental a consecuencia de su vertido incontrolado. La industria de la construcción genera aproximadamente el 35% de los residuos industriales en todo el mundo (Construction Materials Recycling Association, 2005; Hendriks & Pieterse, 2000); Mundialmente se produjeron 3 billones de toneladas de Residuos de Construcción y demolición anualmente hasta el 2012; cifra que continua en aumento. (Akhtar & Sarmah, 2018)

La no gestión de los residuos de construcción y demolición puede tener consecuencias como:

- Impactos al medio ambiente, baja eficiencia en la construcción, sobrecostos de hasta el 30% producto de desperdicios de materiales en obra (Ameh y Daniel El, 2013)
- Costos extra en Disposición final (Lingard et al,2000).

¹ Jonathan DeDios Frías. Maestro en Construcción egresado del Instituto Tecnológico de Chetumal, Quintana Roo, México.
Jonathan_df93@hotmail.com (Autor corresponsal)

² José A. Domínguez Lepe. Profesor-Investigador del Instituto Tecnológico de Chetumal. Tecnológico Nacional de México/I. T. Chetumal

³ Luis Felipe Jiménez Torrez. Profesor-Investigador del Instituto Tecnológico de Chetumal. Tecnológico Nacional de México/I. T. Chetumal

⁴ Maritza Chan Juárez. Docente del Instituto Tecnológico de Chetumal. Tecnológico Nacional de México/I. T. Chetumal

- Agravación de Problemas de Escasez-Acortamiento de tiempo útil de vertederos (Ulsen & Kahn, 2012)

Uno de los avances en el tema de gestión de residuos en México es la publicación de la Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011 que establece los criterios para clasificar a los residuos, en la cual los residuos de construcción y demolición son considerados residuos de manejo especial, los cuales deben de estar sujetos a un plan de gestión/manejo.

A nivel nacional y estatal se publicó la Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos. La cual, al igual que en la NOM-161-SEMARNAT-2011, clasifica los residuos de construcción y demolición como residuos de manejo especial.

En México durante el periodo 2006-2012, los residuos de construcción y demolición llegaron a ser 6.11 millones de toneladas, ocupando el tercer lugar en la clasificación de Residuos de Manejo Especial. (Semarnat. Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos 2012. INECC, Semarnat. México. 2012)

Sin embargo, en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos elaborado por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) en el 2012, señala que dicho diagnóstico se vio limitado debido a que no se ha hecho efectivo el registro de los grandes generadores de residuos de manejo especial y a la necesidad de formular una estrategia efectiva para la identificación del número de fuentes generadoras, datos que servirían para inventariar tales residuos y determinar la necesidad de infraestructura.

Por otra parte de acuerdo con el estudio titulado: “Estudio de análisis, evaluación y definición de estrategias de solución de la corriente de residuos generados por las actividades de construcción en México” (SEMARNAT 2009), la generación de los Residuos de la Construcción y Demolición (RCD) representa, en peso promedio el 17.5% de los Residuos Sólidos Urbanos. La problemática que presentan estos residuos es principalmente su disposición final incorrecta y su falta de aprovechamiento en obras nuevas o remodelaciones.

La ley para la prevención y la gestión de residuos del Estado de Quintana Roo señala en su artículo 57, fracción 7 la clasificación de los Residuos de Construcción y Demolición como Residuos de Manejo Especial.

Artículo 57.- Los Residuos de Manejo Especial se clasifican como se indica a Continuación, salvo cuando se trate de Residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:

VII.- Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general.

Y en el artículo 63, fracciones III y VII señala que los generadores de Residuos de Manejo Especial están obligados a elaborar un Plan de Manejo y almacenar temporalmente los residuos dentro de sus instalaciones.

Artículo 63.- En términos de la legislación federal y de esta Ley y su reglamento, los generadores o poseedores de Residuos de Manejo Especial están obligados a:

III.- Elaborar un Plan de Manejo de acuerdo a la naturaleza de los Residuos;

VII.- Previa aprobación, almacenar temporalmente los Residuos dentro de sus instalaciones, de acuerdo con las medidas de seguridad que correspondan, según sus características y los tiempos que establezcan los ordenamientos jurídicos correspondientes. En cualquier caso, deberá prevenirse la generación de lixiviados y su infiltración en los suelos, así como el arrastre por el agua de lluvia o por el viento de tales Residuos, y disponer de los medios para contener fugas, derrames o incendios.

Derivado a lo anterior Domínguez (2007) desarrolló un Sistema Estratégico para la Prevención y Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición para el Estado de Quintana Roo (Ver Figura 1), con un enfoque basado en la Teoría General de Sistemas, construyó un modelo teórico compuesto por los subsistemas de: prevención (SSPV), de captación y manejo (SSCM), revalorización (SSRV), disposición final (SSDF), de información y educación (SSIE), legal y normativo (SSLN) y de Regulación (SSRG), en cual se toman en cuenta los factores sociales, económicos, políticos, culturales y tecnológicos del entorno.

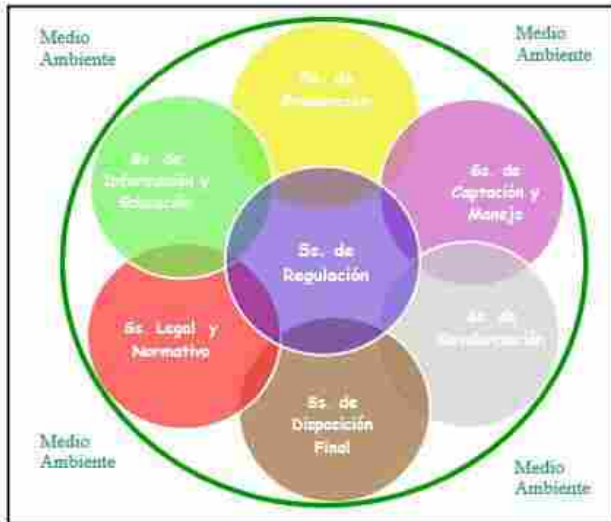


Figura 1 Modelo del Sistema para la Prevención y Gestión de los RCD.

Fuente: Domínguez J. (2007). Sistema estratégico para la prevención y gestión de los residuos de construcción y demolición. X Congreso Internacional de Reciclaje. Habana, Cuba.

De acuerdo a la Ley para la prevención y la gestión de residuos del estado de Quintana Roo en sus artículo 57, fracción VII y artículo 63 fracción VI y VII señalan que los programas de gestión de residuos serán responsabilidad del generador, entonces al no contar con un Plan de Gestión los generadores can en omisiones, prueba de ello es que de acuerdo a la Procuraduría de Protección al Medio Ambiente del Estado de Quintana Roo en 2016 existieron 10 procedimientos en materia de residuos de construcción y se establecieron multas por un monto de \$139,044.00,y en 2017 existieron 2 procedimientos y se establecieron multas por un monto de \$100,330.00; la problemática planteada dio pie a la presente propuesta que busca subsanar la carencia señalada.

Justificación económica:

- Ahorro en costos de transporte de RCD a disposición final.
- Eficiencia: desde el punto de vista del consumo de materiales, si el material es malgastado en el sitio de trabajo, se paga dos veces por él, una para comprar el nuevo material y otra vez por el costo de disposición. Desde la óptica de la eficiencia del operario, la velocidad de trabajo se ve afectada por los residuos que entorpecen el movimiento propio de la persona.
- Calidad de obra: la presencia de materiales residuales impide la inspección visual de tareas ya realizadas, con la consecuencia de detectarse en etapas posteriores con mayor costo de reparación.
- Seguridad y prevención de riesgos: el ordenamiento de los residuos dentro de la obra reducirá los accidentes por su causa y protegerá la salud de los operarios. Un ambiente ordenado facilitará la posibilidad de observar riesgos potenciales.
- Minimización de costos totales de demolición con la asignación de las técnicas de reutilización de ciertos elementos que pueden ser recuperados.

Justificación social:

- Prevención de la disposición inapropiada de los desechos, la cual puede ser causante de daños a la salud.
- Marketing: un buen manejo y control de los RCD dará crédito a la empresa
- Por ser una corporación aceptada por la comunidad y mostrar que se construye protegiendo el medio natural.

- Implementación de la cultura de la reducción, captación y manejo de residuos de construcción y demolición
- Responsabilidad: como generador de algunos residuos potencialmente peligrosos se debe resguardar la responsabilidad por un daño ocasionado al personal de obra o de la población por la disposición no autorizada de aquellos residuos.

Justificación ambiental:

- Prevención de la disposición inapropiada de los desechos, la cual puede ser causante del daño al medio ambiente.
- Aumento del tiempo de vida Sitios de Disposición Final.
- Reducción de explotación de recursos naturales.

Como resultado de la revisión de literatura obtenemos la premisa de que es necesario implementar un Plan de Gestión Interno en Obra, para lograr la revalorización los Residuos de Construcción y Demolición (RCD); y teniendo a su vez como objetivo general Proponer un Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición en obras de edificación adaptado a los materiales y procesos constructivos de la región. Para lograr el objetivo general se tienen los siguientes objetivos particulares:

- Desarrollar la estructura del Programa de generación de Residuos de Construcción y Demolición, clasificándolos de manera cuantitativa y cualitativa en obra.
- Realizar la estructura del Programa de depósito, almacenamiento temporal, traslado de residuos en obra, y disposición final de los residuos.
- Formular una Guía de información para orientar a constructores, clientes, autoridades y demás involucrados.

Metodología

La metodología a seguir para el desarrollo del plan de gestión de RCD se compone de 2 etapas, la primera etapa cuyo objetivo es el desarrollo de los programas de generación de RCD con base en los índices de generación de RCD por sector de la construcción en el estado, clasificándolos de manera cuantitativa y cualitativa en obra, y el programa de almacenamiento temporal y traslado de los RCD, como se muestra en la Figura 2.

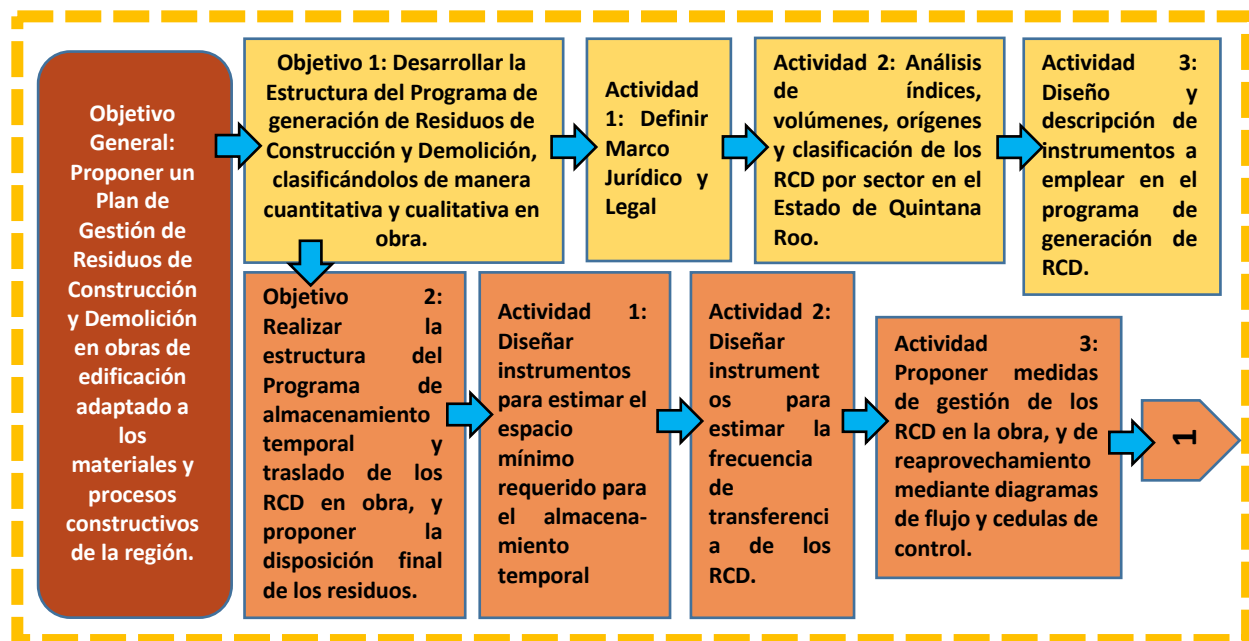


Figura 2 Etapa 1 de Metodología para el Desarrollo del Plan de Gestión de RCD

Fuente: Elaboración propia

La segunda etapa consiste en formular la guía de información para la implementación del Plan de Gestión de RCD en obra y orientar a constructores, clientes, autoridades y demás involucrados sobre los pasos, formulas y datos a seguir para su elaboración como se muestra en la Figura 3.

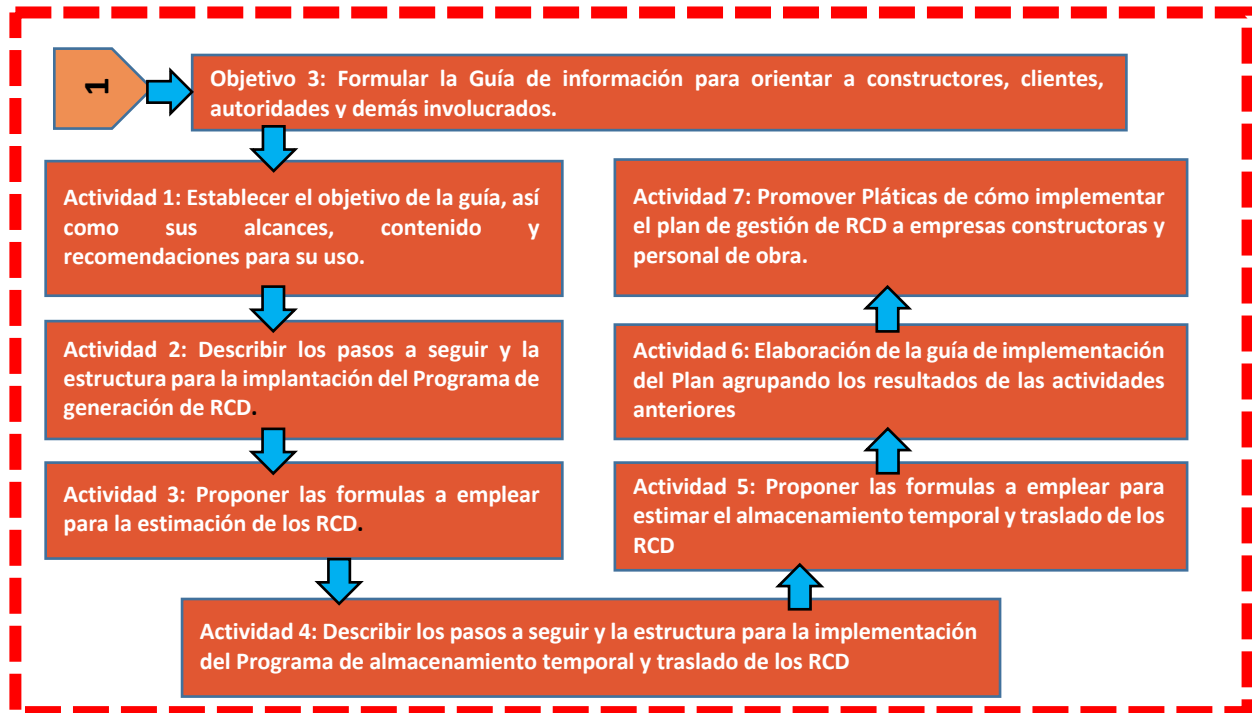


Figura 3 Etapa 2 de Metodología para el Desarrollo del Plan de Gestión de RCD

Fuente: Elaboración propia

Resultados

La estructura del Plan de gestión de Residuos de construcción y demolición está compuesta por el Programa de Generación de Residuos y el Programa almacenamiento temporal y traslado como se muestra en la Figura 4.



Figura 4 Estructura del Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición

Fuente: Elaboración propia

Programa de Generación de Residuos

El Programa de Generación de Residuos se compone de las siguientes partes:

- Tabla de Datos iniciales de la obra
- Tabla de Estimación de volúmenes de generación por etapa de la construcción y tipo de residuo.

- Cronograma de la generación de los residuos.
- Tabla de Resumen de generación de residuos por tipo
- Graficas de generación de residuos

Tabla de Datos iniciales de la obra

Es la correspondiente a los datos iniciales de la obra y es en la que se indican datos generales relacionados a la empresa y la construcción del proyecto, es importante a su vez señalar al tipo de sector al que pertenece la obra, los m² de construcción de la misma, así como el índice de generación general de residuos de acuerdo al sector al que pertenece para poder obtener el total de residuos programados durante la duración de toda la obra expresado en Kg o Ton., para ilustrar mejor el funcionamiento del Plan se tomó como ejemplo el proyecto de un Hotel de 23,321.05 m², quedando la tabla de Datos iniciales de la obra como se muestra en la Tabla 1.

1.1 DATOS INICIALES DE LA OBRA					
1.2 Empresa:	Inmobiliaria Tres Torres S.A. de C.V.				
1.3 Tipo de obra:	Hotel de cinco estrellas	1.4 Sector	Turismo		
1.5 Localización:	Lote 4, KM 23, Blvd. Kukulcan, 3ra Etapa de la Zona Hotelera, Cancun, Quintana Roo				
1.6 Nombre del Proyecto:	Hotel Tres Torres				
1.7 Descripción General de la Obra	El proyecto que se pretende edificar se compone por tres torres de 13,14 y 17 niveles con un total de 338 cuartos. Estos edificios contarán con áreas de servicios, espacios verdes y alberca en un predio con una superficie 14,926.24 m ²				
1.8 Gerente del Proyecto:					
1.9 Residente de Obra:					
1.10 M2 de Construcción:	23,321.05	1.11 Índice de generación por Sector	69.90	1.13 Fecha de Inicio	07/01/2018
1.12 Total de Residuos Programados	1,630,141.40	KG	1,630.14	TON	1.14 Fecha de Terminación
					20/12/2018

Tabla 1 Ejemplo de Datos iniciales de la obra

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla de Estimación de volúmenes de generación por etapa de la construcción y tipo de residuo.

Es en la que se ordenan los datos de generación de residuos estimada de acuerdo a etapa de la construcción, tipo de RCD, m² de construcción y los índices de generación por etapa y tipo de RCD de acuerdo al sector al que pertenece la construcción, para dar como resultado el volumen aproximado de RCD que se estima se generaran en la obra expresado en Kg. o Ton. Una vez hecho lo anterior se prosigue con la estimación de volúmenes de generación; para obtener la cantidad de residuos generados en la etapa de la cimentación se emplea la siguiente formula:

$$CRG = \frac{(23,321.05 \text{ m}^2 \times 2.275 \text{ Kg/m}^2)}{1000*} \quad (1)$$

Donde:

CRG = Cantidad de residuos generados por etapa de la construcción en Ton

M2 = Metros cuadrados de construcción, en este caso: 23,321.05 m²

IGR = Índice de generación de residuos por etapa de la construcción (Ver tablas de 7-11 de índices de generación de residuos), en este caso: 2.275 Kg/m²

*Se toma como equivalencia para esta guía que 1M³ de RCD heterogéneo y sin compactar = 1 tonelada = 1000 kg

Dando como resultado de esta operación: 53.06 Ton de RCD en la etapa de cimentación como se muestra en la Tabla 2 de estimación de volúmenes de generación por etapa de la construcción y tipo de residuo.

2.1 ESTIMACIÓN DE VOLÚMENES DE GENERACIÓN POR ETAPA DE LA CONSTRUCCIÓN Y TIPO DE RESIDUO.			
2.2 Etapa y Tipo de Residuo	2.3 Datos para la estimación		2.4 Cantidad de residuos generados en Ton
	2.3.1 M ²	2.3.2 Índice de generación de residuos	
Cimentación	23,321.05	2.275	53.06
Concreto,Mortero	23,321.05	0.792	18.47

Tabla 2 Ejemplo de Estimación de volúmenes de generación por etapa de la construcción y tipo de residuo

Fuente: Elaboración propia

Cronograma de la generación de los residuos.

Se compone de dos ejes, el eje vertical en el que se ordenan las etapas de la construcción y los tipos de RCD que son factibles que se generen y el eje horizontal, en el que se ordena la escala de tiempo a emplear de acuerdo a la duración de la obra, la fórmula para determinar la cantidad de residuo programado por escala de tiempo definido (en este caso Meses) se emplea la siguiente formula:

$$RGET = 53.06 \text{ Ton} / 3 \text{ Meses} \quad (2)$$

Donde:

RGET = Residuo generado por escala de tiempo, en este caso meses.

CRG = Cantidad de residuos generados por etapa en Ton, este caso 53.06 Ton en la etapa de cimentación.

ETD = Escala de Tiempo Definido, en este caso 3 meses que se estima que dure la etapa de cimentación.

Dando como resultado 17.69 Ton por mes para la etapa de cimentación como se muestra en la Tabla 3.

		3.1 CRONOGRAMA DE GENERACIÓN DE RESIDUOS POR ETAPA DE LA CONSTRUCCIÓN Y TIPO DE RESIDUO.			
		3.2 MESES			
		1	2	3	4
3.3 Cimentación	Programado	17.69	17.69	17.69	
	Real				
Concreto,Mortero	Programado	6.16	6.16	6.16	
	Real				

Tabla 3 Ejemplo de Cronograma de generación de residuos por etapa de la construcción y tipo de residuo

Fuente: Elaboración propia

Tabla de Resumen de generación de residuos por tipo

Es la tabla en la que se ordenan en el eje vertical los datos de tipos de RCD generados en la obra (Concreto/Mortero, Residuo de Block, Vigüeta y Bovedilla, Pisos, Metales y Otros), y en el eje horizontal los volúmenes que se estima se generaran por escala de tiempo, en este caso Mes, y se anotaran los volúmenes reales en obra.

La fórmula para determinar la cantidad de residuo acumulado por escala de tiempo definido (semanas, meses, etc.) se emplea la siguiente formula:

$$RAe = \sum RGET \quad (3)$$

Donde:

RAe = Cantidad de residuo acumulado en una escala de tiempo definido por tipo de RCD (Concreto/Mortero, Residuo de Block/Vigueta y Bovedilla, Metales, Pisos, Otros) en Ton

\sum RGET = Sumatoria de residuo generado por escala de tiempo (Semana, mes, etc.) en Ton.

Y la Formula para obtener la sumatoria total de residuos por escala de tiempo:

$$\sum TRne = \sum TRCne + \sum TRBne + \sum TRPne + \sum TRMne + \sum TROne \quad (4)$$

Donde:

$\sum TRne$ = Sumatoria total de residuos por escala de tiempo

$\sum TRCne$ = Sumatoria total de residuos de Concreto/Mortero por escala de tiempo, en este caso 6.64 Ton en el 1er mes.

$\sum TRBne$ = Sumatoria total de residuos de Block, Vigueta y Bovedilla por escala de tiempo, en este caso 1.15 Ton en el 1er mes.

$\sum TRPne$ = Sumatoria total de residuos de Pisos por escala de tiempo, en este caso 0 Ton en el 1er mes.

$\sum TRMne$ = Sumatoria total de residuos de Metales por escala de tiempo, en este caso 10.38 Ton en el 1er mes.

$\sum TROne$ = Sumatoria total de Otros residuos (No entran en ninguno de los tipos anteriores) por escala de tiempo, en este caso 0 ton en el 1er mes.

Dando como resultado de esta operación la Sumatoria total de residuos en el 1er mes 18.17 Ton. Como se muestra en la Tabla 4.

4.3 Origen de Residuo		4.2 Meses			
		1	2	3	4
Concreto/Mortero	4.3.n Programado	6.64	30.90	36.07	29.92
	4.4.n Real				
R. Block, Vig, Bov.	Programado	1.15	33.20	61.75	60.59
	Real				
Pisos	Programado	0.00	0.00	0.00	0.00
	Real				
Metales	Programado	10.38	30.38	32.15	21.77
	Real				
Otros	Programado	0.00	0.75	0.83	0.83
	Real				
4.5 Total en TON	4.5.n Programado	18.17	95.23	130.80	113.11
	4.6.n Real				
4.7 Promedio	4.7.n Programado	135.69	135.69	135.69	135.69
	4.8.n Real				

Tabla 4 Ejemplo de Tabla de Resumen de generación de residuos por tipo

Fuente: *Elaboración propia*

Gráfica de generación de residuos

Es en la que se grafican los datos obtenidos en la tabla de resumen de generación por tipo de RCD en el punto anterior, y se compone de los siguientes elementos como se muestran en la Figura 5

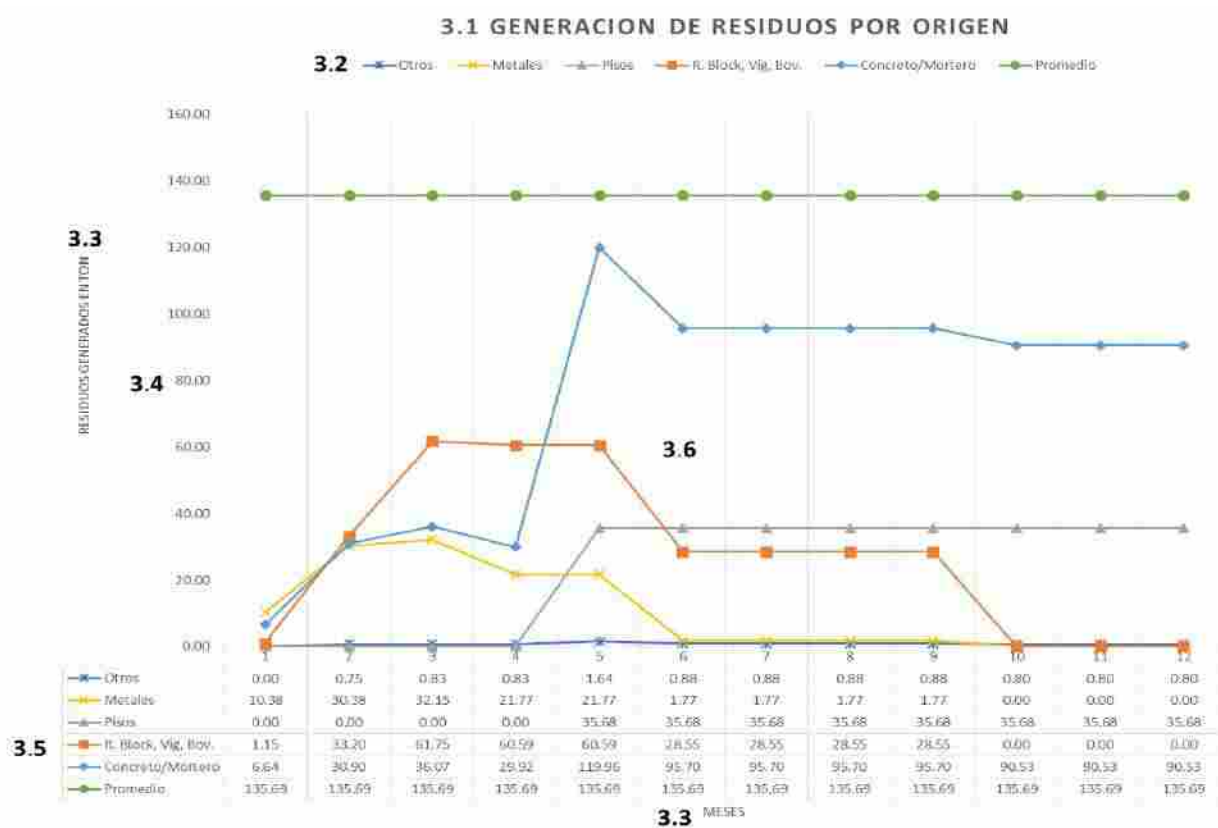


Figura 5 Gráfica de generación de residuos

Fuente: Elaboración propia

Donde:

3.1 Título de la gráfica “Generación de residuos por origen”

3.2 Simbología de la gráfica

3.3 Título de ejes

3.4 Eje vertical para medir la escala de la generación de residuos en Ton.

3.5 Tabla de resumen de residuo generado en Kg o Ton. por tipo de RCD (Concreto/Mortero, Residuo de Block/Vigueta y Bovedilla, Metales, Pisos, Otros).

3.6 Serie de datos para graficar la cantidad de residuo generado en Ton. por semana/mes etc. En este caso en meses.

3.2 Programa de almacenamiento temporal

El programa de almacenamiento temporal tiene como objetivo estimar el espacio mínimo necesario para almacenar los RCD que se generen a lo largo de la obra, para lo cual se propone la estructura mostrada en la Tabla 5.

5.1 PROGRAMA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL				
	5.3 Semanas/Meses			
	1	2	3	4
5.2 Concreto, Mortero	58.42	271.91	317.44	263.26
R. Block, Vig, Bov.	10.16	292.17	543.39	533.23
Pisos	0.00	0.00	0.00	0.00
Metales	91.34	267.36	282.90	191.56
Otros	0.00	6.61	7.33	7.33
5.4 Area minima requerida en M²	159.91	838.04	1,151.06	995.39

Tabla 5 Ejemplo de Programa de almacenamiento temporal

Fuente: Elaboración propia

En cada escala de tiempo se calcula el espacio mínimo en m² requerido para el almacenamiento temporal por cada tipo de residuo a través de la siguiente formula:

$$M^2N = (RA / 1000^*) (8.8^{**}) \quad (5)$$

Donde:

M²N = Metros cuadrados necesarios para el almacenamiento temporal

RAe = Cantidad de residuo acumulado en una escala de tiempo definido por tipo de RCD (Concreto/Mortero, Residuo de Block/Vigueta y Bovedilla, Metales, Pisos, Otros).

*Se realiza la división de RA entre 1000 para realizar la conversión de Kg. a Ton.

**Se realiza la multiplicación por 8.8 (M² ocupados por Tonelada de RCD)

Y se emplea la siguiente fórmula para obtener la sumatoria de área mínima requerida de los tipos de RCD por escala de tiempo:

$$\sum AM_n = M^2NC + M^2NB + M^2NM + M^2NP + M^2NO \quad (6)$$

Donde:

$\sum AR_{ne}$ = Sumatoria de área mínima requerida de los tipos de RCD por escala de tiempo.

M²NC = Área mínima requerida para residuos de Concreto/Mortero

M²NB = Área mínima requerida para residuos de Block, Vigueta y Bovedilla

M²NM = Área mínima requerida para residuos de metales

M²NP = Área mínima requerida para residuos de pisos

M²NO = Área mínima requerida para Otros tipos de residuos (No entran en ninguna de las clasificaciones anteriores)

Conclusiones

El plan de gestión de RCD propuesto busca ser un instrumento que ayude a los constructores, contratistas, trabajadores de la construcción y autoridades a dar cumplimiento a la normativa establecida por la ley general de equilibrio ecológico y medio ambiente del estado de Quintana Roo, contribuyendo a su vez a guiar, educar y orientar a estos actores involucrados en diferentes etapas de la construcción sobre la naturaleza de los residuos, y su gestión.

Se obtuvieron como productos la “Guía para la implementación del plan de gestión de residuos de construcción y demolición.” Y una hoja de cálculo en Excel con la estructura propuesta para los programas que componen este plan, los cuales se encuentran como Apéndices en la Tesis Titulada “Plan de gestión de residuos de construcción y demolición en obras de edificación adaptado a los materiales y procesos constructivos de la región”.

Recomendaciones

- La implementación en obras de construcción en el estado para una posterior retroalimentación de los índices de generación.
- Extender la investigación de RCD a obras como carreteras, puentes, etc.
- Desarrollo de aplicaciones móviles y la creación de una base de datos de RCD en el estado.

Bibliografía

A. Bakshan, I. Srour, G. Chehab, M. El-Fadel, J. Karaziwan, (2017) “Factores determinantes del comportamiento para mejorar la gestión de los desechos de la construcción: un análisis de la red bayesiana” (Behavioral determinants towards enhancing construction wastemanagement: A Bayesian Network analysis), Resources, Conservation and Recycling Volume 117, Part B, February 2017, Pages 274-284

B. A. G. Bossink and H. J. H. Brouwersz, (1996) “Residuos de la construcción: cuantificación y evaluación de la fuente” (Construction waste: quantification and source evaluation), Journal of Construction Engineering and Management Vol. 122, Issue 1

B. McDonald, M. Smithers, (2010) “Implementando un plan de manejo de desechos durante la fase de construcción de un proyecto: Un caso de estudio.” (Implementing a waste management plan during the construction phase of a project: a case study), Construction Management and Economics Volume 16, - Issue 1, Pages 71-78, 2010.

Borjas Pelissier Leticia (2008) , Tesis de Maestria “Diagnóstico para determinar las características y disposición de los residuos de construcción y demolición en Quintana Roo” Instituto Tecnológico de Chetumal.

Cortes Arzola D., Tesis de Maestria (2008), ““Propuesta de plan específico para la gestión de residuos de construcción y demolición en el Estado de Quintana Roo.” Instituto Tecnológico de Chetumal.

C. S. Poon, T.W. Yu and L. H. Ng, (2001) “Una guía para gestionar y minimizar Residuos de construcción y demolición.” (A guide for managing and minimizing building and demolition waste) Editorial Research Centre for Urban Environmental Technology and Management Department of Civil and Structural Engineering The Hong Kong Polytechnic University ISBN:962-367-311-6

C. Ulsen, H.Kahn, G.Hawlitshchek. (2013) “Estudios de separabilidad de residuos de construcción y demolición de arena reciclada”. (Separability studies of construction and demolition waste recycled sand) Waste Management Volume 33, Issue 3, March 2013, Pages 656-662.

D. Fatta, A. Papadopoulos, E. Avramikos, E. Sgourou, (2003) “Generación y gestión de construcción y residuos de demolición en Grecia-un desafío existente” (Generation and management of construction and demolition waste in Greece—an existing challenge), Resources, Conservation and Recycling ,Volume 40, Issue 1, December 2003, Pages 81-91

Domínguez, J. A. (2005), Necesidad de Plan específico de Gestión de Residuos de construcción y demolición para el Estado de Quintana Roo, Revista Avacient No 37, pp 60-72.

Domínguez, J. A. (2006), Sistema estratégico para la prevención y gestión de los residuos de construcción y demolición. Tesis (Doctorado)- Instituto Tecnológico Superior Antonio Echevarría- La Habana, 2006.

Domínguez J.A. (2008). “Propuesta de Plan Especifico para la Gestión de Residuos de Construcción y Demolición en el Estado de Quintana Roo”. Informe final. Instituto Tecnológico de Chetumal- Quintana Roo, México.

E. K. Lauritzen, (1998) “Gestión de residuos de construcción de emergencia” (Emergency construction waste management), Safety Science Volume 30, Issues 1–2, October–December 1998, Pages 45-53

Escudero Najera F.A. (2016) “Análisis costo-beneficio de los subsistemas de captación y revalorización de los residuos de construcción y demolición en Chetumal y su Área Metropolitana.” Instituto Tecnológico de Chetumal.

H. Yuan, L. Shen., (2011) “Trend of the research on construction and demolition waste management” Waste Management Volume 31, Issue 4, April 2011, Pages 670-679.

H.Yuan, (2012) “Un modelo para evaluar el desempeño social de la gestión de residuos de construcción.” (A model for evaluating the social performance of construction waste management) Waste Management Volume 32, Issue 6, June 2012, Pages 1218-1228.

H.Yuan (2013) “Un análisis FODA de la gestión exitosa de los desechos de la construcción.” (A SWOT analysis of successful construction waste management) Journal of Cleaner Production Volume 39, January 2013, Pages 1-8

J. Sheth, G. Devkar (2016) “Análisis de las Políticas sobre Residuos de Construcción y Demolición desde una perspectiva de Sustentabilidad” (Analysis of Construction and Demolition Waste Management Policies from Sustainability Perspective) Habitat Conclave 2016 Paper presentation on “Smart & Sustainable City”

J.Solís-Guzmán, M. Marrero, M. V. Montes-Delgado. (2009) “Un modelo español de cuantificación y gestión de residuos de construcción.” (A Spanish model for quantification and management of construction waste) Waste Management Volume 29, Issue 9, September 2009, Pages 2542-2548.

N. Kartam ,N. Al-Mutairi, I. Al-Ghusain, J. Al-Humoud, (2004) “Gestión ambiental de residuos de construcción y demolición en Kuwait” (Environmental management of construction and demolition waste in Kuwait) Waste Management Volume 24, Issue 10, 2004, Pages 1049-1059

N. Udawattaa, J. Zuoa, K. Chiverallsa, G. Zillanteba (2015) “Mejorando la Gestión de Residuos en Proyectos de Construcción: Un estudio de Australia.” (Improving waste management in construction projects: An Australian study) Resources, Conservation and Recycling Volume 101, August 2015, Pages 73-83.

O. F. Kofoworola, S. H. Gheewala, (2009) “Estimación de la generación y gestión de residuos de construcción en Tailandia.”(Estimation of construction waste generation and management in Thailand) Waste Management Volume 29, Issue 2, February 2009, Pages 731-738.

Vivian W.Y. Tam, (2008) “Efectividad en la implementación de un plan de gestión de residuos en la construcción.” (On the effectiveness in implementing a waste-management-plan method in construction), Waste Management Volume 28, Issue 6, 2008, Pages 1072-1080.

Saheed O. Ajayi, Lukumon O. Oyedele, Muhammad Bilal, Olugbenga O. Akinade, Hafiz A. Alaka, Hakeem A. Owolabi (2017) “Prácticas de gestión críticas que influyen en la minimización de residuos en el sitio en proyectos de construcción.” (Critical management practices influencing on-site waste minimization in construction projects) Waste Management Volume 59, January 2017, Pages 330-339.