



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**Generación de residuos de loseta cerámica generados en
la construcción de casas habitación de interés social en la
región centro de Morelos**

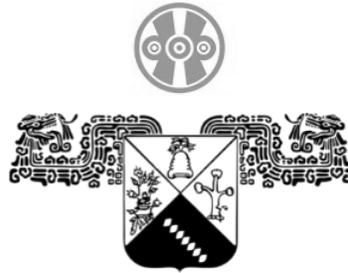
**TESINA
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
ESPECIALISTA EN GESTIÓN INTEGRAL DE
RESIDUOS**

**PRESENTA:
MTRO. JACINTO MARISCOTTI RODRÍGUEZ SANTANA**

**DR. ALEXIS JOAVANY RODRÍGUEZ SOLÍS
DIRECTOR**

CUERNAVACA MORELOS

MARZO, 2020



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Universidad Autónoma del Estado de Morelos

FCB

**Generación de residuos de loseta cerámica generados en la
construcción de casas habitación de interés social en la región
centro de Morelos**

**Tesina que para obtener el título de Especialista en Gestión Integral de
Residuos**

Presenta Jacinto Mariscotti Rodríguez Santana

Becario CONACYT

Nº CVU 500726

Becario 303233

Especialidad en Gestión Integral de Residuos

EGIR

Director Dr. Alexis Joavany Rodríguez Solís



**Generación de residuos de loseta cerámica generados en la
construcción de casas habitación de interés social en la región
centro de Morelos**

Tesina

Presenta Jacinto Mariscotti Rodríguez Santana
Becario CONACYT

Comité tutor

Director Dr. Alexis Joavany Rodríguez Solís

Dr. Alfonso Valenzuela Aguilera

Dra. María Luisa Castrejón Godínez

M. MNR. Benedicta Macedo Abarca

M. I. Ariadna Zenil Rodríguez



AGRADECIMIENTOS

La Especialidad en Gestión Integral de Residuos fue realizada con el financiamiento del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC). El que sustenta la tesis Jacinto Mariscotti Rodríguez Santana agradece el privilegio de ser Becario CONACyT. El presente trabajo de investigación es muestra del compromiso y aprovechamiento del apoyo recibido.

Agradezco a todas las personas que me apoyaron aun sin tener compromiso moral o académico conmigo, a mi familia, amigos y aquellas personas que me acompañaron en este trayecto, a mi comité tutor, al Dr. Alexis Joavany Rodríguez Solís por aceptar este reto, al Dr. Alfonso Valenzuela, la Dra. María Luisa Castrejón, M. Benedicta Macedo, M. Ariadna Zenil, y al Mtro. Julio César Lara Manrique por sus finas atenciones. A todos, mil gracias, eternamente agradecido.

Dedicado con mucho afecto y gratitud a mi madre, Leonor y mi familia...

Mi camino es una utopía

“La utopía está en el horizonte. Camino dos pasos, ella se aleja dos pasos y el horizonte se corre diez pasos más allá. ¿Entonces para qué sirve la utopía? Para eso, sirve para caminar.”

Eduardo Galeano.



Especialidad en Gestión Integral de Residuos

Marzo 2020



Generación de residuos de loseta cerámica generados en la construcción de casas habitación de interés social en la región centro de Morelos

Resumen

El presente trabajo aborda la problemática de la generación de residuos provenientes de la construcción, en particular, los relacionados a la loseta cerámica utilizada en la construcción de vivienda de interés social en la región centro del Estado de Morelos. Dicha actividad económica, responde a las condiciones del modo de producción, en específico del capital inmobiliario, al consumo de productos industrializados y sus excedentes generados; se plantean algunas posibles consecuencias no solamente ambientales, sino de la salud de los trabajadores del ramo involucrados en el proceso constructivo. Para la estimación de Residuos de la Construcción y la Demolición (RCD) se utilizó de la base de datos del INFONAVIT, la cantidad de créditos otorgados para vivienda, sus normas constructivas para determinar el área construida, el uso del programa OPUS, que es una herramienta para administración de obra, así como los parámetros de rendimientos y mermas que se utilizan como constantes, se contabilizó cerca de 20,000 viviendas construidas, y solamente de residuos de la colocación



de losetas fue de 5,958.472 m³ al año, con un total de peso aproximado de 12,512.79 ton/m³. Precisamente, uno de los hallazgos más relevantes son las enfermedades derivadas de dicha actividad, tales como; afecciones pulmonares obstructivas crónicas, el cáncer pulmonar, la tuberculosis pulmonar y las enfermedades de la vía respiratoria, que pueden estar asociada a patologías autoinmunes y enfermedades renales crónicas, incluso la muerte. Finalmente, tales residuos al ser altamente procesados y de origen industrial, tienen mayor tiempo de asimilación en la naturaleza, debieran reutilizarse en elaborando otros productos de uso rudo o materiales de obra negra.

Abstract

The present research addresses the problem of waste generation from construction, especially, those related to the ceramic tile used in the construction of low-income housing in the central area of Morelos State. Such economic activity acknowledge the conditions of the kind of production, specifically real estate capital, to the consumption of industrializable products and their generated surpluses; Some possible consequences are raised not only for the environment, but also for the health of the workers in the field involved in the construction process. On this way, to estimate waste from building and demolition, they were used the INFONAVIT data base, OPUS software system as building administration to decide area building, also parameters calculation. Finding close 20,000 households, and 5,958,472 m³ by year, with approximate weight 12,512.79 ton/m³. Precisely, one of relevant finding are chronic obstructive pulmonary, pulmonary cancer, pulmonary tuberculosis, airway disease, linked to pathologies autoimmune and chronic renal disease, even death. At the end, such waste highly processed from industrial origin, should re-use to make other rough products or materials for black work.



Índice

	Pág
Agradecimientos	4
Resumen	5
Abstract	6
Índice	7
I Introducción	10
El Problema	
II <i>Planteamiento del problema</i>	12
III <i>Justificación</i>	12
IV <i>Premisa</i>	13
V <i>Objetivos</i>	13
VI <i>Diseño de la investigación</i>	14
VII <i>Materiales y métodos</i>	14
CAPÍTULO I Producción y Consumo	
1.1 <i>Modo de producción y generación de residuos</i>	15
1.2 <i>Globalización y configuración espacial</i>	16
1.3 <i>Aglomeración urbana</i>	17
CAPÍTULO II Generación de Residuos	
2.1 <i>El orbe, un panorama general de los residuos</i>	19
2.2.1 <i>La expresión geográfica de los residuos</i>	20
2.2.2 <i>Generación de residuos de la construcción a nivel mundial</i>	24
2.2.3 <i>Ciudad, población y residuos</i>	27
2.3 <i>México, el contexto de la generación de residuos</i>	29
CAPÍTULO III Vivienda y Residuos	



3.1	<i>La vivienda en México y los residuos</i>	34
3.1.1	<i>Morelos, vivienda y residuos</i>	37
3.2	<i>Los residuos de la construcción</i>	40
3.2.1	<i>Conceptualización de los RCD</i>	43
3.2.2	<i>Algunas causas en la generación de RCD</i>	43

CAPÍTULO IV Marco Jurídico

4.1	<i>Régimen jurídico y normativo</i>	46
4.1.1	<i>De basura a residuo, un cambio conceptual</i>	47
4.2	<i>Conceptos y figuras jurídicas</i>	48
4.2.1	<i>Gestión integral de residuos</i>	48
4.2.2	<i>Residuos</i>	48
4.2.3	<i>Residuos de manejo especial</i>	48
4.2.4	<i>Residuos peligrosos</i>	49
4.2.5	<i>Residuos sólidos urbanos</i>	49
4.2.6	<i>Lixiviados</i>	49
4.2.7	<i>Valorización</i>	50
4.2.8	<i>Reciclado</i>	50
4.2.9	<i>Reutilización</i>	50
4.3	<i>De las Normas en México</i>	51
4.4	<i>Ámbito legislativo estatal en Morelos</i>	53
4.4.1	<i>Reglamento de la ley de Residuos Sólidos para el Estado de Morelos</i>	53
4.4.2	<i>Reglamento de la ley de Vivienda del Estado Libre y Soberano de Morelos</i>	54
4.4.3	<i>Criterios para el manejo de RCD por siniestro</i>	54

CAPÍTULO V La industria de la Construcción

5.1	<i>La industria de la construcción en México y los residuos</i>	55
5.1.1	<i>Plan de manejo de RCD de la CMIC</i>	56
5.1.2	<i>Obligatoriedad de un Plan de Manejo en la Construcción</i>	57



5.2	<i>Modelo de estimación de RCD en México</i>	60
5.2.1	<i>Metodología para determinar los RCD en obra</i>	63
5.3	<i>La vivienda de interés social en Morelos y los RCD de la colocación de losetas cerámicas</i>	64
5.3.1	<i>Del proceso y procedimiento constructivo de las losetas cerámicas</i>	67
5.3.2	<i>Caracterización de materiales para elaborar losetas cerámicas</i>	69
5.3.3	<i>Caracterización de materiales adhesivos para losetas</i>	73

CAPÍTULO VI Impactos de los RCD

6.1	<i>Impacto de los residuos en el ambiente</i>	75
6.2	<i>Impacto de los residuos en la salud</i>	81
6.3	<i>Conclusiones</i>	85
	<i>Bibliografía</i>	89



Introducción

En la actualidad, la generación de residuos representa un problema ambiental para las ciudades y en particular para las administraciones municipales, dado que estas carecen de información, infraestructura, equipamiento, o personal capacitado para enfrentar dicho reto. Las áreas que implican el manejo y la gestión de los residuos competen a lo económico, ambiental y de sanidad principalmente, donde hay poca información tanto de los procedimientos para ello, así como del acceso a recursos económicos y financieros que permitan atender la demanda.

En este contexto, el tópico central son los residuos, pero considerando las relaciones implicadas en su generación, dado que son parte del proceso del modo de producción y su lógica de funcionamiento, es decir; el ejercicio económico se basa en los indicadores del producto interno bruto (PIB) expresado como la producción de mercancías, bienes o servicios para ser consumidos y, por consiguiente, la generación de residuos es equiparable a la extracción de materia prima extraída de los ecosistemas. Analizar la relación producción-consumo-residuo es vital para entender algunas de las causas del problema y no solamente enfocarnos en lo evidente.

En los procesos de producción industrial hay una secuencia de métodos que permiten alcanzar el objetivo de fabricar una mercancía, en esa secuencia se inserta la generación de residuos, de inicio hay una extracción de recursos, una transformación, un producto y un mercado, la cual está asociada a otra fase del modo de producción que es la configuración espacial y el incremento poblacional, particularmente donde están las bases productivas. Es decir; los entornos urbanos, en donde están concentradas la población y las actividades económicas, son el espacio del mercado y de la generación de residuos. Esta cadena representa los momentos de acumulación residual que al sumar su totalidad nos da un gran total, donde cada una de las etapas de transformación de insumos en productos, generan una merma residual, que se materializa como un problema, pero también existe la posibilidad para optimizar determinados procesos, mejorar las técnicas de producción, desarrollar nuevas tecnologías, aportar nuevas metodologías, eficientar, innovar, aportar y generar nuevos sub-productos derivados de los residuos, teniendo como principio lo que señala la literatura especializada; reutilizar, reciclar y reducir.



En este sentido, el presente trabajo tiene como objetivo, identificar, caracterizar y estimar la generación residuos provenientes de la colocación de loseta cerámica en viviendas de interés social en el Estado de Morelos, considerando que en la clasificación general de los residuos existen pocos registros de ellos, en particular los de las viviendas de interés social; al mismo tiempo, señalar algunos impactos ambientales con implicaciones a la salud, en los trabajadores del ramo correspondiente.



El Problema

II Planteamiento del problema

En el estado se generan cerca de 528 mil toneladas/año de residuos sólidos urbanos, concentrándose en los municipios de Cuernavaca 143, Jiutepec 80, Cuautla 53, Yautepec 38, Temixco 33, Emiliano Zapata 26 y Xochitepec 18 mil ton/año (INEGI, 2016). Sin embargo, en lo que respecta a la generación de los Residuos de la Construcción y la Demolición (RCD), en particular existe menos información o registros.

Si consideramos que, en el Estado de Morelos se otorgaron en el año 2015 cerca de 20,000 créditos para vivienda de interés social¹, concentrándose el 75% de estos en los municipios Ayala, Cuautla, Emiliano Zapata, Jiutepec, Jojutla, Temixco, Xochitepec, y Yautepec (INEGI, 2016). Es decir; se infiere, en ese año, se construyeron alrededor de 1,300,000 m², sin datos de generación de RCD y su caracterización, por tanto, desconocemos los impactos ambientales derivados de la generación de este tipo de residuos.

En este sentido, la Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), considera los RCD como residuos de manejo especial, y es competencia de los Gobiernos de las Entidades Federativas regularlos, además, la NOM-161-SEMARNAT-2011 indica la obligatoriedad para el constructor de implementar un plan de manejo de sus residuos cuando estos sobrepasan los 80 m³.

III Justificación

Los residuos sólidos urbanos RSU son relevantes por su volumen, de los cuales hay una caracterización y estimación de su generación, no así para los residuos de manejo especial como los RCD. De esta manera, en el presente proyecto se propone hacer una estimación del volumen de RCD generado en la producción de viviendas de interés social en Morelos, además de la caracterización y estimación de los residuos provenientes de la colocación de loseta cerámica en ese tipo de viviendas. Con la información generada, se puede alimentar la base

¹ De acuerdo con las disposiciones y reglamentos del INFONAVIT, la superficie reglamentaria mínima para el Estado de Morelos es de 65 m².



de datos para realizar un diagnóstico básico. Por lo tanto, resulta pertinente el estudio y estimación de dichos residuos.

IV Premisa

La construcción de viviendas de interés social en el Estado de Morelos, utiliza diversos materiales, pero también genera residuos que no son estimados. La información referente a los niveles de contracción y características de las viviendas de interés social en Morelos, permite estimar el volumen de RCD y caracterizarlos, en particular aquellos provenientes de la colocación de losetas cerámicas para su registro. Los datos recabados, correspondientes a esa parte del proceso constructivo, serán útiles para elaborar un diagnóstico básico, que a su vez sirva para la instrumentación de un plan de manejo.

V Objetivos

Objetivo general

Analizar la generación de RCD en viviendas de interés social en el Estado de Morelos, en particular los provenientes de la colocación de loseta cerámica.

Objetivos particulares

- Caracterizar los materiales utilizados en el proceso de colocación de piso de loseta cerámica en el Estado de Morelos.
- Diseñar la metodología para medir los residuos de la colocación de loseta cerámica en viviendas de interés social en el Estado de Morelos.
- Construir una base de datos para un diagnóstico básico de residuos de la colocación de loseta cerámica provenientes de la vivienda de interés social en el Estado de Morelos.

VI Diseño de investigación



- Construcción del marco teórico relativo al capital inmobiliario, su materialización y asentamiento en los países periféricos, y en el Estado de Morelos particularmente, la construcción de viviendas de interés social.
- Recolección y procesamiento de datos estadísticos censales para su análisis y posterior muestra de evidencia empírica.
- Trabajo de campo, inspección ocular una construcción de vivienda de interés social para recabar información.

VII Materiales y métodos

Utilizar la base de datos del INEGI, relativa a la producción de viviendas de interés social en el Estado de Morelos, provenientes de la Encuesta Intercensal 2015, para señalar cuantas se construyeron.

Con la información del INFONAVIT, identificar las características de las viviendas, para estimar dimensiones y proporciones de las viviendas, para construir una base de datos que alimente al programa de ingeniería de costos denominado OPUS.

Utilizar la base de datos de BIMSA para alimentar la información de precios y cotizaciones y configurar programas de ingeniería de costos.

Con el análisis de la información a través del programa OPUS, se estimarán los RCD, en particular aquellos generados como producto del proceso de colocación de piso de loseta cerámica.

De igual manera, con el programa OPUS, y utilizando su herramienta de explosión de insumos, se estimarán subproductos o residuos no contemplados en el proceso de colocación de loseta cerámica.



CAPÍTULO I Producción y Consumo

1.1 Modo de producción y generación de residuos

En la actualidad, la humanidad tiene un nivel de producción y consumo insostenible denominado desarrollo, el cual está asociado al sostenimiento e incremento constante del PIB que en términos económicos significa ganancias. Sostener tal ritmo productivo exige una extracción intensiva de recursos naturales para ser transformados en productos, bienes o servicios y ser llevados al mercado, costa de la degradación ambiental los cuales son considerados como una externalidad negativa (SEMARNAT, 2018).

El pensamiento dominante hace intentos frágiles por conceptualizar la armonía con la naturaleza, y se habla de ella como un stock de recursos. También es vista como un medio hostil y caótico y por ello se define como ley de la selva. Además, se considera que el consumismo genera felicidad, y la lógica se centra en que cuanto más se consume más feliz es la gente o el consumidor, por tanto, el crecimiento constante se justifica en esa racionalidad económica (Bermejo, 2014).

Sin embargo; a mayor producción, mayor consumo, y por ende, un incremento de residuos resultado de dicho proceso sobre extractivo. El proceso Industrial, donde el modo de producción sentó su desarrollo económico sobre bases diametralmente opuestas al funcionamiento de los ecosistemas, de esta manera; el uso y deterioro de recursos, y en particular de determinados materiales concentrados en la corteza terrestre originaron a la vez problemas de escasez y contaminación, acelerando la entropía de la Tierra. Por ejemplo, la extracción de rocas y minerales no energéticos oscila los 20,000 millones de toneladas y un movimiento de tierras cercano a las 25,000 millones de toneladas.

Al mismo tiempo, hay una fase de consumo diferenciado de países desarrollados cuyos niveles son ostentosos e intensivos, marcando el comportamiento del mercado, los niveles depredadores de la sociedad en esta lógica consumista, suponen una disponibilidad de recursos *ad infinitum* (Alonso, 2005). En este sentido, aparecen conceptos como *homo consumericus* o *consumo-mundo*, que ponen en tela de juicio la disponibilidad de recursos y la posibilidad limitada de acceso (Lipovetsky, 2007).



La dinámica de consumo resulta onerosa debido al dispendio mercantil, y el impacto a los recursos es evidente, entendiéndose como recurso a toda materia que precisa un organismo, población o ecosistema en cantidad suficiente para permitir elevar su tasa de conversión de energía, o sea, tanto materia como energía, es un sistema de interacción entre el hombre y la naturaleza, con la excepcionalidad del pensamiento racional económico que no tiene límites y dispendia los recursos de manera ilimitada (Díaz Cano & Díaz Cano, 2009).

La civilización actual parece estar inmersa en un callejón sin salida, la capacidad acumulativa del sistema no tiene precedentes, se consume poco más del 50% de la capacidad regenerativa del planeta, demostrando con esto, ser insustentable. El capitalismo no es solamente un modo de producción, es un modo de pensar al mundo, de entender la realidad y su universo, es un sistema de organización complejo y sofisticado, exigente y voraz, de tal manera que desmontarlo, o intentar cambiar su curso entraña un esfuerzo de la misma cuña, plantear otros esquemas de reproducción económica y otras formas de vida, y en concordancia con Wallerstein², la potencia libertaria del capital lo está trasladando a una distensión o inestabilidad sistémica, llevándolo a la frontera de sus posibilidades (Ceceña, 2013).

1.2 Globalización y configuración espacial

La configuración espacial y el incremento poblacional, están relacionados con el modo de producción, particularmente en los entornos urbanos. Se entiende entonces que la rapidez del crecimiento urbano está asociada directamente a dicho proceso; este incremento es diferenciado entre las naciones consideradas desarrolladas, cuya población urbana va a la baja, mientras que en las naciones subdesarrolladas ocurre un proceso inverso, en donde el incremento poblacional es una constante. Su papel es determinante dentro de la racionalidad económica, dado que la fuerza de trabajo permite mantener en funcionamiento la dinámica productiva de las ciudades. En el panorama actual la ciudad resulta en una fuerza productiva localizada en un espacio físico determinado, donde se reúnen las condiciones generales para la reproducción del modelo económico (Topalov, 1979).

En este sentido, la globalización es un proceso del ciclo económico, y como tal tiene una

² Immanuel Wallerstein, en su teoría del sistema mundo hace una crítica al capitalismo cuestionando el andamiaje teórico, para desentrañar el funcionamiento del sistema.



materialización evidente en las urbes (Harvey, 2010:51). En dicho comportamiento, las determinantes de la competitividad de una ciudad y están relacionadas a sus condiciones espaciales de acceso a los recursos naturales, costo y disponibilidad de tierra, trabajo y capital. Como condición de demanda y como condición de organización se contempla la estrategia de la empresa y los sectores conexos en la conformación de clústers de actividad, cabe señalar; que el suelo es un recurso finito que sirve de asentamiento al capital inmobiliario (Sobrino, 2002).

Ahora bien, entre los determinantes económicos podemos citar los factores de producción, la infraestructura, la localización y la estructura económica Kresl (1995). De esta manera, dentro del macro proceso de la globalización, el capital busca soluciones espaciales para resolver un problema de sobre acumulación y evitar una crisis del sistema. En otras palabras, la reproducción de recursos generada es reinvertida por la misma lógica del régimen, produciendo a su vez excedentes monetarios, tales ciclos se realizan bajo un esquema coercitivo de competencia, en el entendido que de no hacerlo, otro más lo hará (Harvey, 2010).

1.3 Aglomeración urbana

En este sentido, la urbanización proporciona una solución al problema de la sobreacumulación de capital como producto de su proceso de reproducción (Harvey, 2010). De este modo el capital se reinvierte en países no desarrollados en la reconversión del espacio, permitiendo la reproducción económica, en la que una de sus etapas es el sector inmobiliario que se convierte en expresión espacial del capital y de la globalización.

En el caso particular de los Estados Unidos el sostenimiento de la economía ha sido a través del mercado inmobiliario de vivienda desde momentos críticos de 1990, y estabilizándose en el año 2000 (Harvey, 2010) absorbiendo el excedente de capital existente; sin embargo se dio a la par de otro proceso del sistema que fue la demanda de refinanciamiento hipotecario con bajas tasas de interés, lo cual disparó el consumo interno, lo que generó una crisis financiera en el 2010. Otro ejemplo, es la urbanización en China que absorbió el 50% de la producción de concreto y acero a nivel mundial (Harvey, 2010), este proceso ha actuado como catalizador del sistema capitalista con 10 millones de proyectos de infraestructura financiada con deuda. Además el vehículo de mundialización de dicho proceso es el sistema de interacción de los mercados financieros (flujos) que lo mismo aportan recursos en Brasil, Hong Kong, Dubái,



Londres o México (Harvey, 2010) evidenciándose en la producción y consumo, tanto de productos y servicios como de recursos, así como su expresión espacial geográfica.

Dicho de otro modo, las ciudades están inmersas entre los procesos geopolíticos y económico-financieros dadas las condiciones globales que conciben patrones urbanos de manera expansiva en periodos de tiempo más cortos (Azuara, 2010) donde se puede apreciar la asimetría de crecimiento de las aglomeraciones.

Sin embargo, a pesar de que territorialmente el total de las zonas urbanas solo abarcan entre el 5 o 6% de la superficie terrestre (FAO, 2014), su relevancia radica en la aglomeración de las actividades económicas y de población (Camagni, 2005); contextualizando, en las ciudades habitan el 54% de la población mundial, pero se prevé que para 2050 sea aproximadamente el 66%. A finales del siglo pasado existían 35 ciudades con más de 5 millones de habitantes en el mundo, y de estas 22 se encontraban en países subdesarrollados, para 2014 son 28 mega ciudades con más de 10 millones habitantes las que albergan a cerca del 12% de la población mundial. Además, de los 3,900 millones habitantes urbanos, la mitad lo hace en ciudades con menos de medio millón de habitantes, destacándose su relevancia dado que cada vez incrementan más su número, al mismo tiempo se multiplican los desafíos para atender las necesidades de sus residentes y mitigar sus impactos (Rogers, 2008; ONU, 2014).

La región de América Latina y el Caribe en particular, es eminentemente urbana, a pesar de contar con grandes espacios con poca población. El incremento de población diaria se estima en 200 mil, cerca del 82% de la población mundial es urbana y siete de cada diez personas viven en ciudades de países no desarrollados, según la Organización de las Naciones Unidas (ONU), representando un reto para los gobiernos y que estos, maximicen los beneficios de la urbanización (ONU, 2014).



CAPÍTULO II Generación de Residuos

2.1 El orbe, un panorama general de los residuos

El estado actual en la generación de residuos en términos generales, es expuesto por el Programa Ambiental de las Naciones Unidas (UNEP) y señala que el incremento en la generación de residuos es proporcional al incremento del PIB, hay una tendencia a la alza y se estima que la generación *per cápita* de residuos sólidos municipales de los países desarrollados oscila entre los 800 kg/año, dicho comportamiento responde al incremento poblacional, al consumo exponencial, la migración de áreas rurales a las ciudades, ocasionando el incremento de superficies urbanas, de las 42 mega ciudades en el orbe, se registran 32 de ellas en países ricos. Además, concentran el 50% de los residuos a nivel global, la generación *per cápita* se ha multiplicado cerca del 200% entre los años 1970 y 2000. (Rogers, 2008).

Los datos reportan que de 7 a 10 mil millones de residuos sólidos son domiciliarios, de la industria y el comercio, de la construcción, en concordancia, la globalización industrial genera residuos peligrosos y patrones de comportamiento productivo, la tendencia global en generación de residuos va en ascenso. Hay a nivel global, cerca de 2,000 millones de personas que carecen de servicios de recolección de residuos y 3,000 sin acceso a las instalaciones para una disposición final, es decir, no cuentan con infraestructura para tal propósito. En este sentido, una de las prioridades ambientales es lograr la disposición final controlada del 100%, finalizar con la quema clandestina y la utilización de vertederos no controlados (UNEP, 2016).

El panorama planteado es de incremento en generación de residuos, pero de la mano va la complejidad, la diversificación y el riesgo ambiental y a la salud humana, cada año se acumulan cerca de 11,200 millones de residuos sólidos en el mundo, de estas, la descomposición de la fracción orgánica contribuye al cinco por ciento de emisión de gases efecto invernadero (GEI), además; los derivados de los residuos electrónicos contienen sustancias tóxicas nuevas y complejas, lo que representa un riesgo latente. También, el valor del mercado mundial de residuos se estima en 410,000 millones de dólares al año, sin contabilizar el mercado informal de los países no desarrollados, el reciclaje es central en ese sector, y son los RSU los aportan entre el 10 y el 35%, con una tasa de crecimiento estimada del 7% (PNUMA, 2011).



2.2.1 La expresión geográfica de los residuos

La agencia *Waste Atlas* elaboró una base de datos relacionados a los residuos, lo cual permite señalar a los países que más residuos generan (figura 1) y otro que da cuenta de la generación *per cápita* (figura 2), posicionando en los primeros lugares a China con 300 millones de toneladas y Bahreín con 906 kg/año por habitante respectivamente. México genera poco menos de 50 millones de toneladas posicionándose en la novena posición, por otro lado, la generación *per cápita* nacional es de 343.1 kg/año.

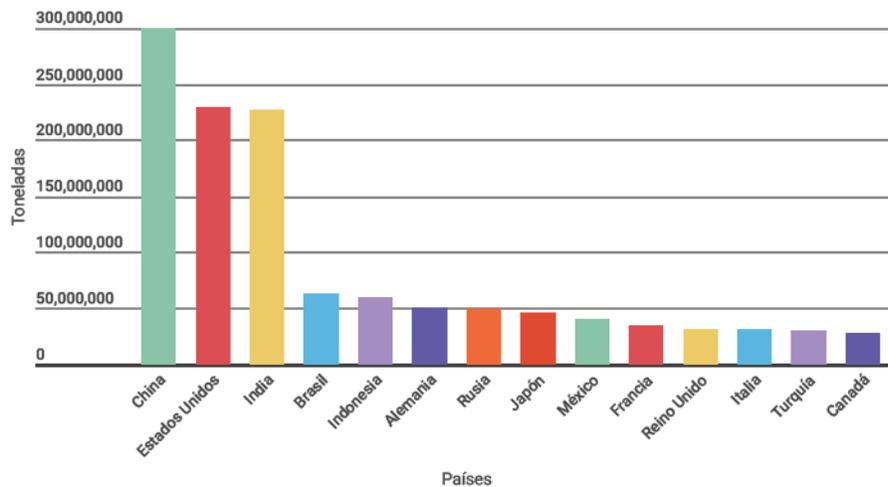


Figura 1 Generación de residuos por país (Fuente: <http://www.atlas.d-waste.com>)

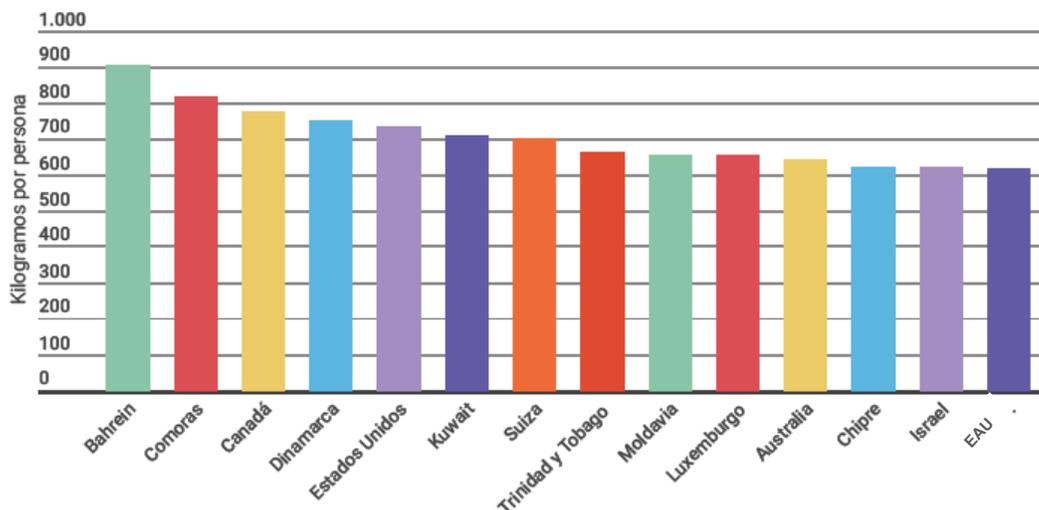




Figura 2 Generación per cápita para los principales países, EUA, Emiratos Árabes Unidos (Fuente: <http://www.atlas.d-waste.com>)

La recolección de residuos sólidos municipales (MSW) tiene una amplia cobertura, en los países de Europa, Canadá, Estados Unidos, Japón, Venezuela, Chile, Argentina, Australia, seguidos por México, Sudáfrica, Turquía, algunos de Medio Oriente, Brasil, Uruguay y otros más de Centro América, recolectan la mayor parte de sus residuos, los porcentajes oscilan entre el 89 y el 100%, Japón y Suecia con 100%, Argentina con 99.8%, Chile 97.8%, Estados Unidos 95%, y México 93.2%, como se aprecia en la figura 3.

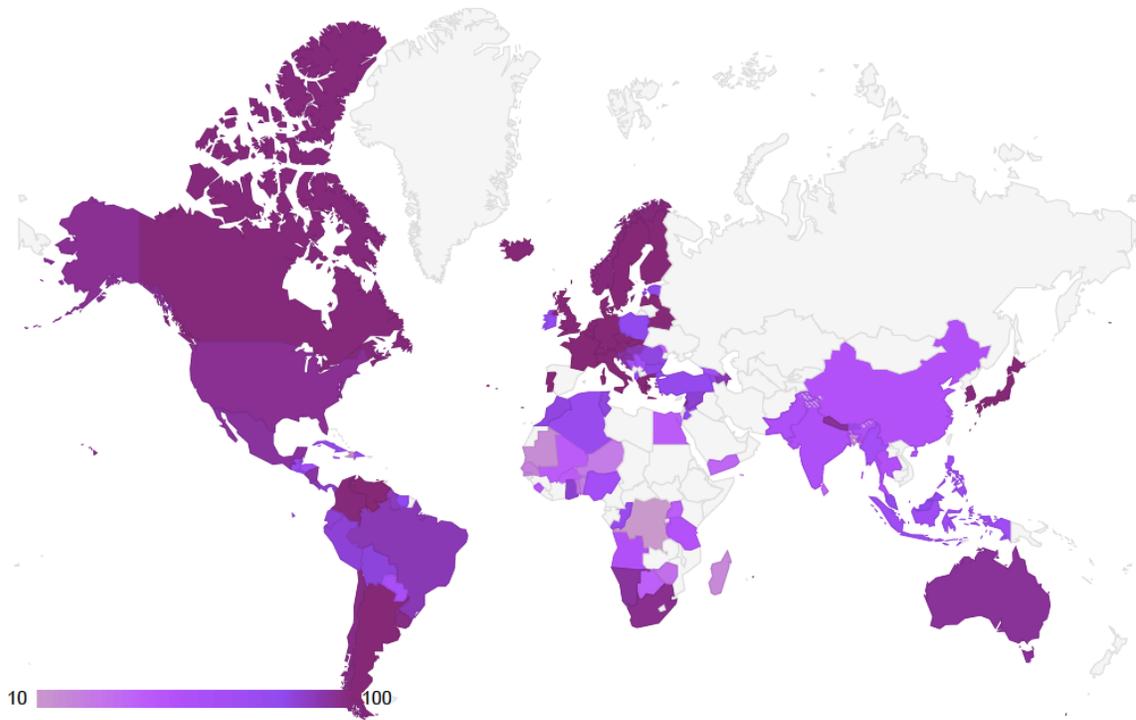


Figura 3. Porcentajes de recolección de RSU a nivel mundial (Fuente: <http://www.atlas.d-waste.com>).



Como se aprecia en la figura 4 se aprecia como países desarrollados de Europa y el norte de América son los que generan mayor cantidad de residuos *per cápita*, seguidos por países de Asia, como China, Japón, Indonesia y algunos de África tienen una alta producción.

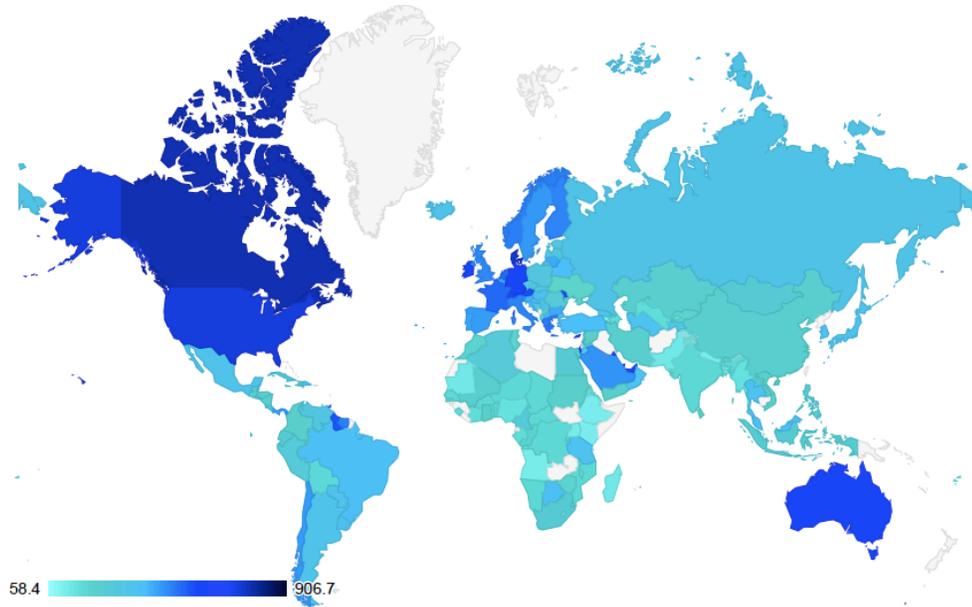


Figura 4. Generación *per cápita* de residuos a nivel mundial (kg/año) (Fuente: <http://www.atlas.d-waste.com>).

De igual manera, en la figura 5, podemos observar la generación de residuos *per cápita* por ciudad, la comparativa del contexto mexicano y la región de Latino América con algunas ciudades europeas y la que mayor cantidad de residuos genera en el orbe que es Abu Dhabi, nos ofrece el panorama entre escenarios urbanos diferenciados.

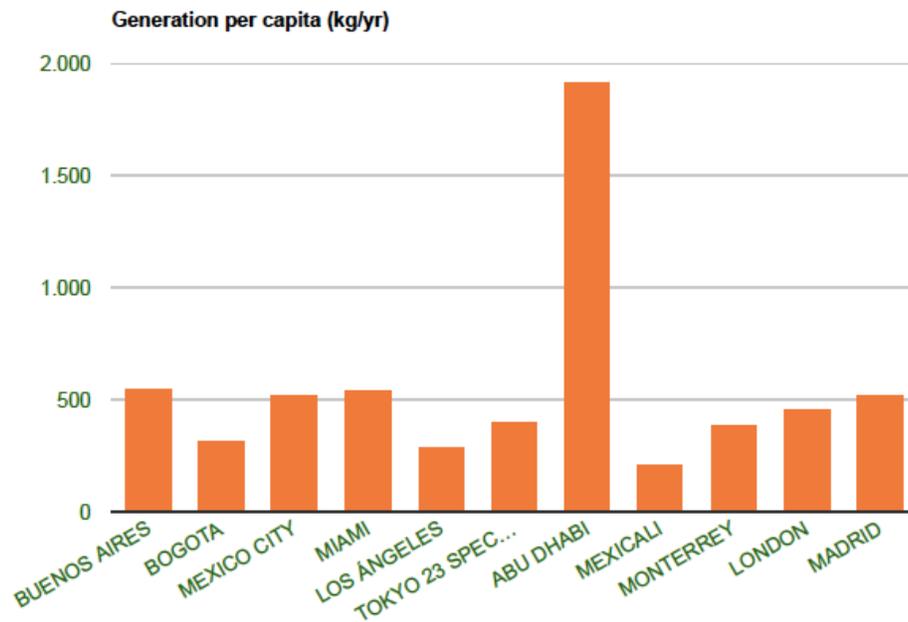


Figura 5. Generación *per cápita* por ciudad (Fuente: <http://www.atlas.d-waste.com>).

Ahora bien, el panorama con respecto al reciclaje de residuos es amplio, dado que quienes más ventajas tienen son los países desarrollados por contar con la tecnología y los recursos, en este caso son Alemania, los países nórdicos, Canadá, Estados Unidos, Francia, los Países Bajos, Italia, China, Australia, Japón e Indonesia, por citar algunos, cabe señalar que el porcentaje máximo registrado es del 49% del total de los residuos, si bien la cifra es alta, todavía se registra un déficit con respecto a la materia prima extraída de los ecosistemas, por lo que alcanzar un balance es una meta ambiciosa y de largo plazo, ver figura 6.

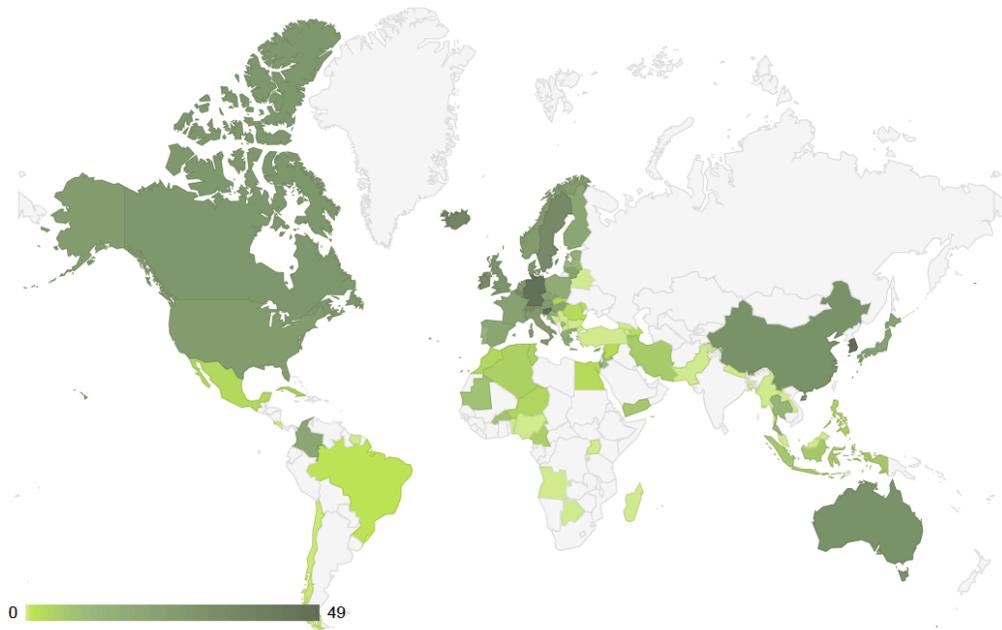


Figura 6. Reciclaje de RSU en proporción a la generación total (Fuente: <http://www.atlas.d-waste.com>)

El contexto de los residuos es de carácter político-económico, generando propuestas de administración o gestión de los mismos (Petts, 1994). La gestión integral de los residuos es un modelo que intenta implementar a nivel planetario una vía económica, técnica, socialmente aceptable y sustentable que minimice los impactos ambientales (McDougall *et al*, 2001). Su gestión implica operaciones normativas, ejecutivas, financieras y de planificación, con criterios sanitarios, ambientales y económicos (Jiménez, 2015).

2.2.2 Generación de residuos de la construcción a nivel mundial

En este sentido, no hay un consenso general de lo que se entiende por residuos de la construcción, concepto que se discute más adelante, pero una aproximación es que son derivados de las excavaciones, de construcciones tanto civiles como edificaciones ordinarias, vías de comunicación, actividades de la remodelación y la demolición (Hao *et al*, 2007), actualmente, en el lenguaje tanto técnico como coloquial, se utiliza el nombre de merma, desechos de la construcción, o más comúnmente escombro.



De igual manera, sucede lo mismo con respecto al consenso de generación de Residuos de la Construcción y la Demolición (RCD) dado que dependen de la tecnología constructiva, las técnicas, los materiales y la legislación vinculada al sector. De esta manera, los reportes indican que el porcentaje de los RCD oscilan alrededor del 35% de residuos generados (Solís-Guzmán *et al*, 2009) en contraste Huang y colaboradores (2009) indican que es entre 13 y 29% (Huang *et al*, 2002). Otro factor a considerar es el poder económico de los países, por ejemplo, en los desarrollados, la cifra alcanza hasta el 50% de ellos, en Australia rondan entre el 20 y el 30%, Alemania el 19%, Holanda 26%, Estados Unidos del 20 al 29%, Brasil 20%, Finlandia 15%, (Shen *et al*, 2004), Reino Unido el 50%, Canadá entre 30 y 40%, China 40%, Japón 36%, Italia 30, España 70%, y Chile el 37% (Martínez, 2003).

En México, se generan cerca de 42.1 millones de toneladas de residuos según Jiménez (2015) en tanto, de acuerdo con las estimaciones de la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC) en el año 2011 se generaron 6.08 millones de toneladas de RCD, en el año 2013 realizó un progresión al año 2018 estimando una generación de 9.2 millones de toneladas que representa el 22% (CMIC, 2014). En contraste, en el año 2000, los países desarrollados de Europa generaron entre 221 y 234 millones de toneladas al año de RCD, los países que más participación tienen son Alemania, Reino Unido, Italia y Francia como se aprecia en figura 7 (Valdés *et al*, 2011).

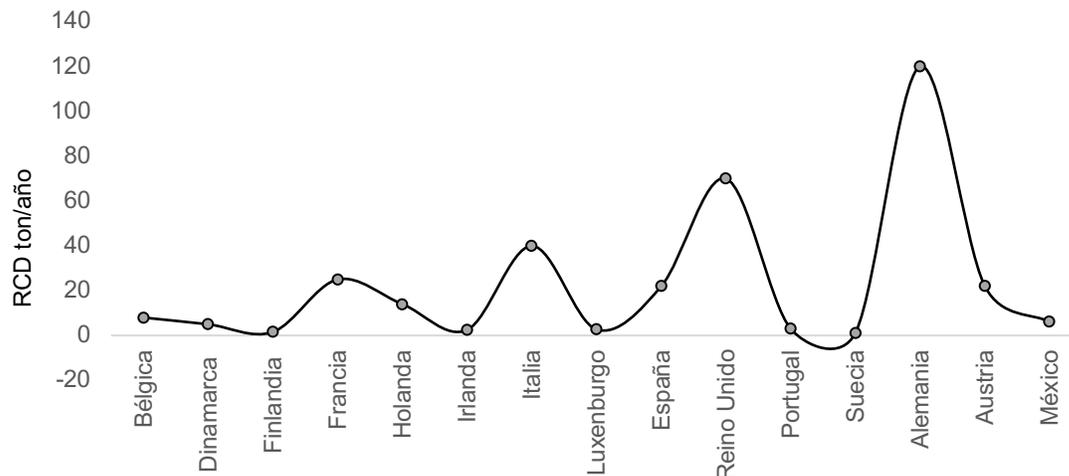


Figura 7. Generación de RCD³ ton/año por país (Elaboración propia, fuente: CMIC 2014; (Valdés *et al*, 2011).

³ Millones de toneladas.



En concordancia, en el año del 2006, el informe Symonds que es un análisis relacionado a medidas legislativas para gestionar los RCD tomando como base la producción y gestión de los países europeos y de las medidas aplicables en el continente señala que a diferencia de los 180 millones de toneladas generadas en 1999, para el año 2008, el incremento resultó significativo alcanzando la cifra de 607 millones de toneladas como se aprecia en la gráfica (Asenjo, 2008).

El modelo señala por manejo integral de residuos a las actividades relacionadas con la vida del residuo. El proceso consta de la recolección, traslado, valorización, reciclado y tratamiento, y un confinamiento. En este sentido, tanto la cuantificación y como la caracterización de los residuos son los aspectos elementales para realizar un diagnóstico básico que permita tomar decisiones y acciones al respecto (Karak *et al*, 2012).



2.2.3 Ciudad, población y residuos

Los ahora denominados residuos representan un problema urbano que implica, no solamente su recolección y su disposición; también atañe aspectos ambientales y de sanidad, costos y requerimientos tanto de infraestructura como de recursos humanos especializados (Jiménez, 2015). Además, representan un desafío para los entornos urbanos dado que estos concentran a la mayor parte de la población mundial ciudades, donde se prevé para el año 2050 el incremento en la población urbana alcance un valor del 66% (ONU, 2014).

De igual manera, en el país, y según datos del INEGI, en el año 2015 se registró una población de 119,530,753 habitantes, si la ONU (2016) estima que alrededor del 60% de la población está habitando en ciudades. Para el país, el registro demográfico en contextos urbanos oscila en el 80% según datos del Gobierno de México (SEDESOL, CONAPO, & INEGI, 2010). En este sentido, el número de viviendas particulares habitadas en el país en 2015, fue de 31,949,709, con una tasa de crecimiento del 2.4% promedio anual y la estimación de ocupantes por vivienda es de 3.7 personas (INEGI, 2015).

En este sentido, articulando población, vivienda, y sus respectivas tasas de crecimiento, hay una demanda de dotación de vivienda que incentiva el sector de la construcción, además de políticas que prevén su dotación, dado que estiman un rezago de aproximadamente 9 millones de viviendas al año 2014 (CONAVI, SEGOB, & SNIIV, 2014). Si consideramos que una de las caracterizaciones de los residuos son los residuos sólidos urbanos (RSU) y estos provienen de los hogares, adquiere relevancia la información de la construcción de viviendas, para estimar los RCD.

Ahora bien, los residuos sólidos urbanos son los generados en las casas habitación, producto de la eliminación de los materiales, productos, embalajes o empaques utilizados en sus actividades cotidianas, también, provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos (Diario Oficial de la Federación, 2003).

De esta manera, se plantearon políticas para atender la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) como un modelo socialmente aceptable y de carácter sustentable



que tiene como principal objetivo minimizar los impactos a la salud y al ambiente (Jiménez, 2015).

La gestión de limpieza incorpora conceptos y acciones tales como; las normativas, operativas, financieras y de planificación a nivel de la administración municipal, está, incluye criterios sanitarios, ambientales y económicos para recolectar, tratar y disponer de los residuos sólidos de su ciudad (GTZ; COMIA, 2003). Cabe señalar que, hay una diferenciación entre manejo y gestión, el manejo consiste en un conjunto de movimientos relacionados con la vida del residuo, desde su origen hasta su disposición final, consta de cinco etapas: recolección, traslado, valorización tanto de materia como de energía, reciclado y tratamiento, posteriormente disponerse en algún sitio. En este sentido, la cuantificación y la caracterización de RSU es una de las formulas primordiales en la estrategia de manejo (Karak *et al*, 2012).

De acuerdo a los precedentes, se puede hacer una correlación entre los entornos urbanos y la generación de residuos, de tal manera que la caracterización de generación por tipo de localidad se hace en la escala del Sistema Urbano Nacional (SUN) de México (SEDESOL, CONAPO, & INEGI, 2010), y según los reportes del INEGI (2016) por tipo de localidad, las zonas metropolitanas generan el 42.8% de ellos, seguidas por ciudades medias con 37.5%, el 8.4% ciudades pequeñas, contrastando la suma de todas las localidades rurales del país con el 11.5% como se puede observar en la siguiente tabla (SEMARNAT, 2007).

Tabla 1. Generación de RSU por tipo de localidad 2012⁴

Tipo de localidad	Generación	Población 2010	Porcentaje generación	Porcentaje población
Zonas Metropolitanas	18,004.14	14 829 346	42.8	13.2
Ciudades medias	15,824.48	38 869 026	37.4	34.6
Ciudades pequeñas	3,548.13	16 481 405	8.4	14.7
Localidades rurales	4,726.00	42 156 761	11.5	37.5
TOTAL	42,102.75	112 336 538	100.0	100.0

Elaboración propia, fuente INEGI 2016. Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas (SEDESOL, 2013).

⁴ Generación en miles de toneladas y población en millones de habitantes.



2.3 México, el contexto de la generación de residuos

A nivel nacional, en el año 2012, hay un registro de generación correspondiente a 42,1 millones de toneladas de RSU/año, equivalente a 0,99 kilogramos diarios per cápita, 15% más respecto al año 2000. De ese el año de 1992 al 2012, el incremento en la generación fue cercano al 90%, computando de 21,9 millones a 41,1 millones de toneladas respectivamente ver gráfica (Jiménez, 2015).

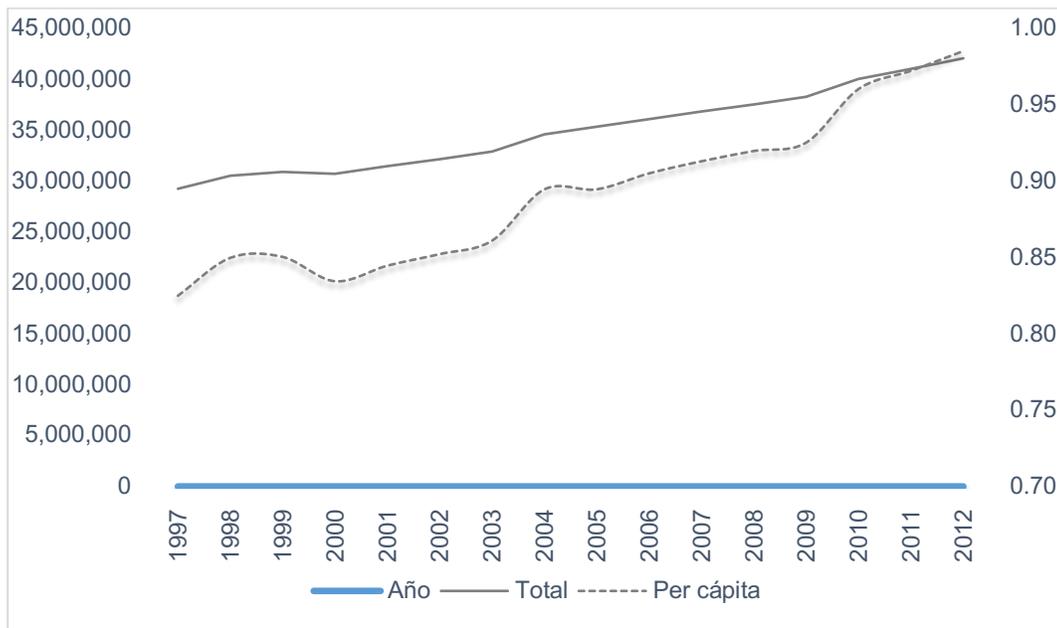


Figura 8. Generación de RSU totales y per cápita 1997-2012. Elaboración propia, fuente INEGI 2016.

Cabe destacar que el comportamiento exponencial en la generación de residuos fue más incisivo en las ciudades medias y en las zonas metropolitanas desde el año 2001. De esta manera, se puede señalar un comportamiento en el patrón nacional de comportamiento similar al internacional, y la correlación en la generación de residuos con respecto al tamaño de las ciudades grandes ciudades ver gráfica de zonas metropolitanas (SEMARNAT, 2012).

Los datos indican que la generación per cápita, en el año 2012 fue de 1 kg/hab/día en municipios mayores a 100 mil habitantes, superior a la media nacional. La tendencia desde el año 2004 fue evidente en entidades altamente urbanizadas como Baja California, Estado de México, Distrito Federal y Nuevo León, generando más de 1 kg/hab/día, en contraste, los que



tienen una tasa de urbanización menor como Chiapas, Hidalgo, Oaxaca, Tlaxcala y Zacatecas generaron alrededor de 700 gramos.

Por otra parte, y de acuerdo con el computo de la Encuesta Nacional de los Hogares (ENH) del INEGI, en el año 2014 habitaban 119,729,273 personas en la República Mexicana y, de acuerdo con el Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales 2015 (referido a 2014), el promedio diario a nivel nacional de recolección de RSU fue de 103,125.830 kilogramos (kg); por lo que aproximadamente se está recolectando 0.86 kg de residuos por persona al día en México.

Las entidades que acopian más residuos *per cápita* son el Distrito Federal con 1.86 kg por persona. Le siguen Nayarit con 1.42, Quintana Roo con 1.35, Baja California Sur con 1.24, Sinaloa y Colima con 1 kg. Por otra parte, en términos totales y no *per cápita*, las entidades federativas que más recolectaron residuos son el Distrito Federal con más de 16,000 toneladas (ton) al día, es decir, siguen el patrón de comportamiento mencionado por la SEMARNAT. Por debajo están el Estado de México con 13,000 ton/día, Jalisco con casi 7,000 ton/día, Veracruz con poco más de 6,000 ton/día, Puebla con 4,330 ton/día, Michoacán con 4,187 ton/día y Nuevo León con 4,042 ton/día. En cambio, los estados que estuvieron por debajo de las mil toneladas, fueron Baja California Sur con 928 ton/día, Aguascalientes con 838 ton/día, Colima 713 ton/día y Campeche con 710 ton/día (INEGI, 2016).

Ahora bien, la generación de RSU ha incrementado en los últimos años; tan sólo entre 2003 y 2011 creció 25%, como resultado principalmente del crecimiento urbano, el desarrollo industrial, las modificaciones tecnológicas, el gasto de la población y el cambio en los patrones de consumo. La generación total de RSU en el país difiere de manera importante a nivel geográfico. Si se considera la regionalización de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) para el análisis de la generación de residuos, en 2011 la región Centro contribuyó con el 51% de la generación total en el país, seguida por la región Frontera Norte (16%) y el Distrito Federal (12%). Si se analiza la evolución de la generación de RSU por región, las regiones que más incrementaron su generación entre 1997 y 2011 fueron: Frontera Norte (207%), Centro (49%), Sur (44%) y el Distrito Federal (19%). La única región que mostró una reducción en ese periodo fue la norte (27%), que pasó de 6 a 4.4 millones de toneladas en el mismo periodo ver figura 9 (INEGI, 2012).

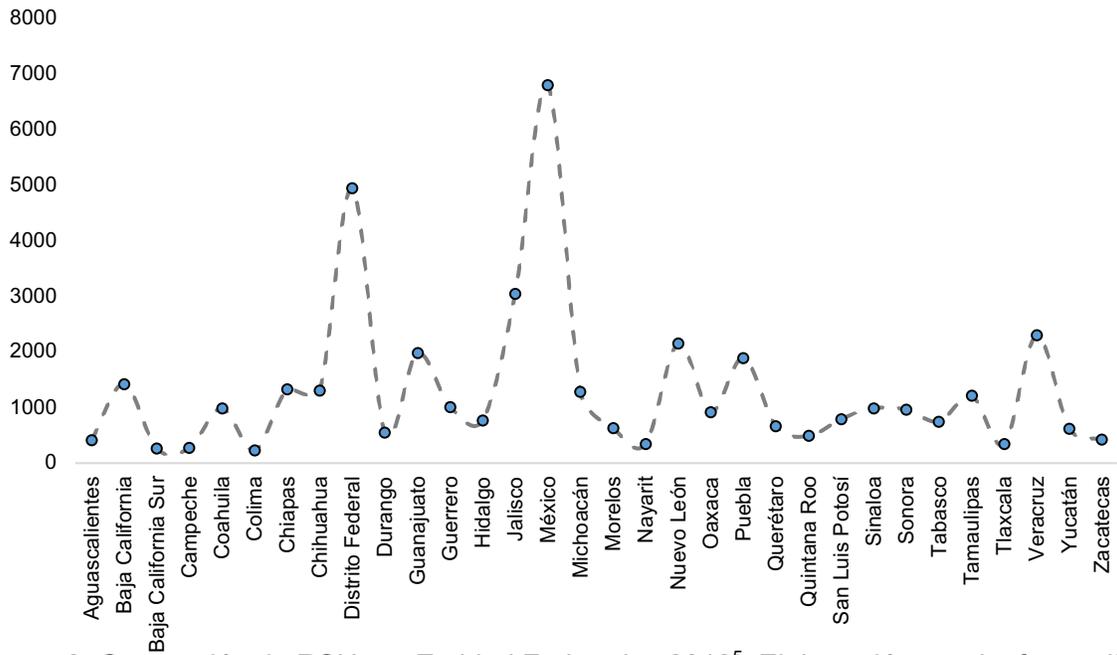


Figura 9. Generación de RSU por Entidad Federativa 2012⁵. Elaboración propia, fuente INEGI 2016. Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas (SEDESOL, 2013).

De esta manera, las cifras sobre generación de RSU a nivel nacional, presentan limitaciones importantes, dado que, se trata de estimaciones y no de mediciones directas. Las estimaciones calculadas por la SEDESOL conforme a lo establecido en la norma NMX-AA-61-1985 sobre la Determinación de la Generación de Residuos Sólidos. En este sentido, la generación de RSU se incrementó significativamente en los últimos años; entre 1997 y 2012 creció 43.8%, en términos brutos, pasando de 29.3 a 42.1 millones de toneladas, como resultado principalmente del crecimiento urbano, el desarrollo industrial, las modificaciones tecnológicas, y el cambio en los patrones de consumo. (SEMARNAT, 2017).

En este contexto, el INEGI presenta una caracterización de RSU del país con datos proporcionados por la Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas de la SEDESOL, en el análisis se aprecia una generación de residuos de comida, jardines, materiales orgánicos y similares con un 52% de participación, es decir, los residuos

⁵ En miles de toneladas.



orgánicos, que bien podrían tratarse mediante compostas, son vertidos de manera domiciliar y recolectados por el municipio, de haber un plan nacional de tratamiento, se disminuiría el problema de la generación de RSU. El segundo grupo es la generación de papel, cartón y sus derivados con una participación del 14%, seguido por los productos denominados finos o de origen de aseo personal con el 12%, en este orden, los residuos altamente valorizables como el plástico, vidrio, aluminio, materiales no ferrosos como el cobre, plomo, estaño y níquel, generan 11, 6, 2, 1 y 1% respectivamente. Cabe señalar que se omiten los residuos provenientes de la industria de la construcción dado que son de otro origen clasificatorio, se puede señalar que los de origen orgánico, tiene el mismo peso que aquellos originados en la edificación, con la salvedad de que los orgánicos no requieren de desarrollos tecnológicos especializados para su procesamiento (SEDESOL, 2013).

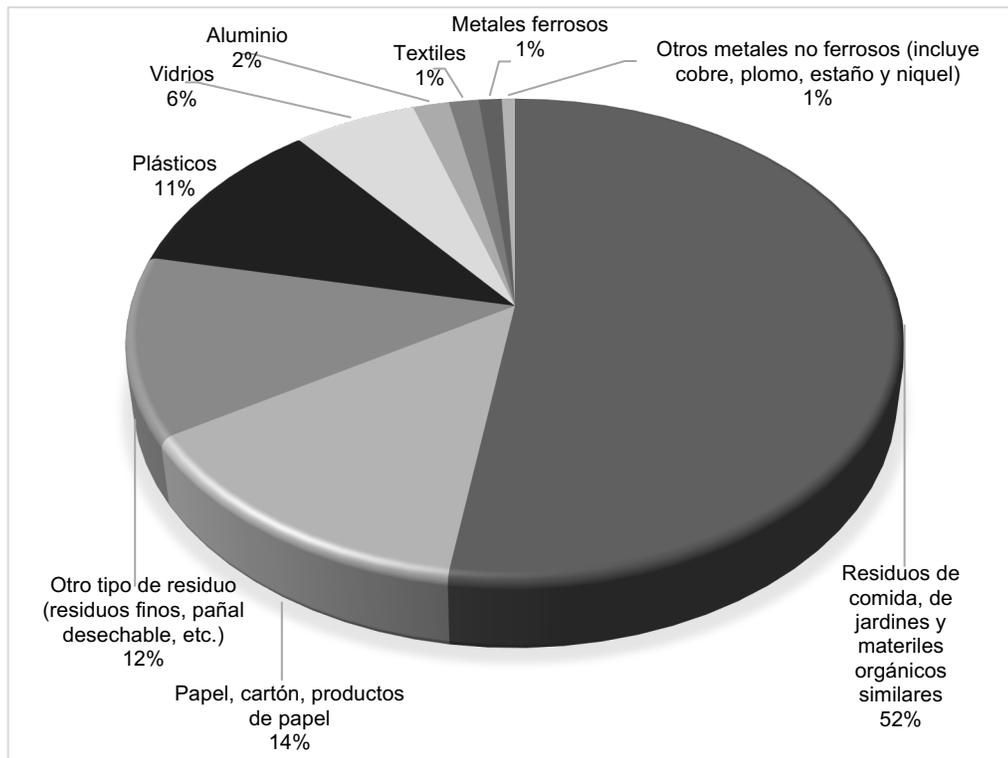


Figura 10. Composición de RSU por tipo de residuo 2012⁶. Elaboración propia, fuente INEGI 2016. Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas (SEDESOL, 2013).

⁶ En miles de toneladas.



Si se calcula la generación de RSU por habitante, se observa también un aumento importante: entre 1950 y 2012 el volumen diario aumentó más de tres veces, pasando de 300 a 990 gramos en promedio. En términos anuales pasó de 301 a 361 kilogramos entre 1997 y 2012, es decir, se incrementó en promedio 3.3 kilogramos por año (CONAPO, 2013).



CAPÍTULO III Vivienda y Residuos

3.1 La vivienda en México y los residuos

Hasta aquí, se ha señalado que los RCD tienen su origen en los niveles de consumo del modo de producción, y las posibles causas de su generación en los procesos y procedimientos, así como; el factor humano. Ahora bien, uno de los sectores más dinámicos de la economía es precisamente la construcción, no solamente como una materialización inmobiliaria, sino como una expresión espacial de dominio, es así como las aglomeraciones urbanas demandan satisfacer sus necesidades de vivienda, y es la de interés social a la que tiene acceso el grueso de la población.

En este sentido, según informes de la CONAFOVI se otorgaron 3 millones de créditos, de los cuales solo en el año 2006 fueron 768 mil, sin embargo; se argumenta que México tiene un déficit de 3 millones, en el año 2016 se otorgaron 415,200 créditos con una inversión de 327 mil millones de pesos (CONAVI, 2016), pero si el sector de la construcción tiene un crecimiento anual con tendencia a la alza del cuatro por ciento, hay que agregarle dichos incrementos, sumados al incremento poblacional (Domínguez, 2007).

En dicho proceso, se genera una cantidad considerable de residuos, ya sea por construcción o bien por demolición, como ejemplo, en los países desarrollados se generan cerca de 450 kilogramos de RCD *per cápita* al año, y estudios correspondientes a España, señalan que estos generan entre 520 y 570 kg/hab/año, lo que indica una relación entre el modo de producción, en particular de las actividades del capital inmobiliario y la generación de residuos, dado que los datos corresponden con las actividades intensivas de la construcción en ese país (Parra & Calvo, 2002). De dicho contexto, el mayor volumen porcentual cercano al 85% contiene residuos de concreto, mortero, cerámicas y otros elementos ornamentales principalmente, los cuales no son aprovechados, y si consideramos el porcentaje de mermas en la edificación, representa pérdidas y gastos en el presupuesto.

De acuerdo a la encuesta Intercensal 2015 del INEGI, se computaron 4,168,206 viviendas particulares habitadas en el país con un promedio de 3.7 ocupantes por vivienda, registrando un descenso de 4.4 ocupantes en el año 2000 a 3.7 ocupantes en el presente conteo, en el Estado de Morelos se contabilizaron 523,984 viviendas posicionándose en la tabla media, el



registro menor lo tiene Colima con 205,243 viviendas como se aprecia en la figura 11 (INEGI, 2015).

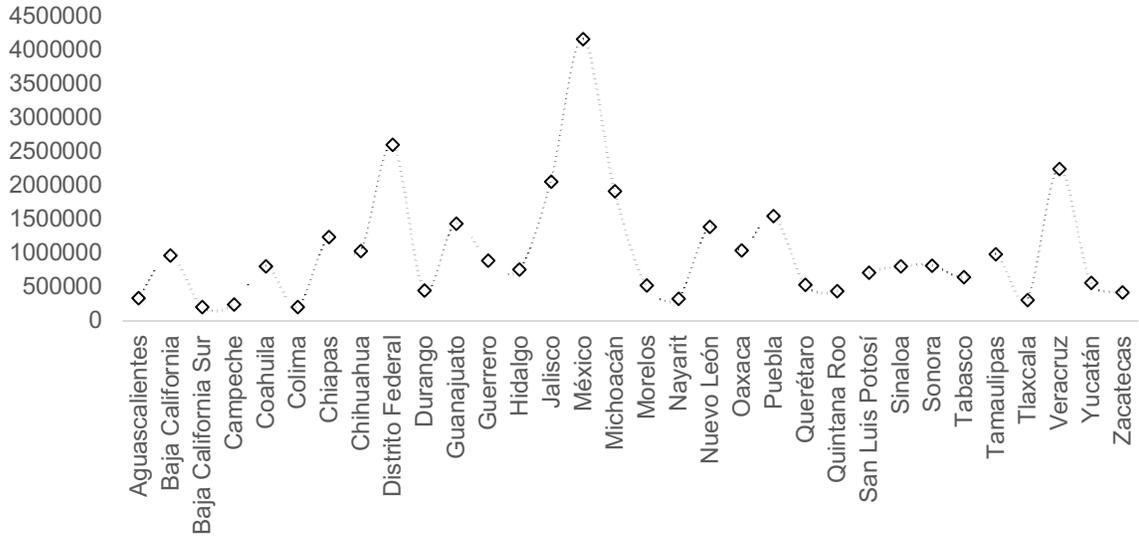


Figura 11. Viviendas particulares habitadas por entidad federativa (Elaboración propia, fuente INEGI 2015).

Con respecto a la disposición de los residuos, pasó del 68.1% en el año 2000 a casi el 80% en el año 2015 de las viviendas particulares habitadas, estas viviendas desecha sus RSU vía recolección domiciliaria por servicio municipal, la modalidad de quemar o enterrar los residuos va en descenso y la práctica de arrojarlos al entorno es menor pero continua registrando tal movimiento en el año 2000, el 23% de la población tenía esta práctica y para el año 2015 fue de solo el 12.3%, el llevarlo a un tiradero público o un contenedor era de 3.7% en el año 2000, para el conteo del año 2015 fue de 6.5%, Depositar los residuos en otro lugar no apropiado disminuyó considerablemente pasando de 4.2 puntos porcentuales a 1.3% entre el período mencionado. Con respecto a la separación de residuos, los datos indican que el 44.2% de las viviendas censadas realizan dicha práctica y el 55.5 no, en tanto que el 0.3% no especifica lo que hace con sus residuos. Si bien, las malas prácticas para deshacerse de los residuos van en descenso, lo cual es alentador y benéfico al ambiente, todavía falta trabajo por hacer como se aprecia en la figura 12 (INEGI, 2015:114).

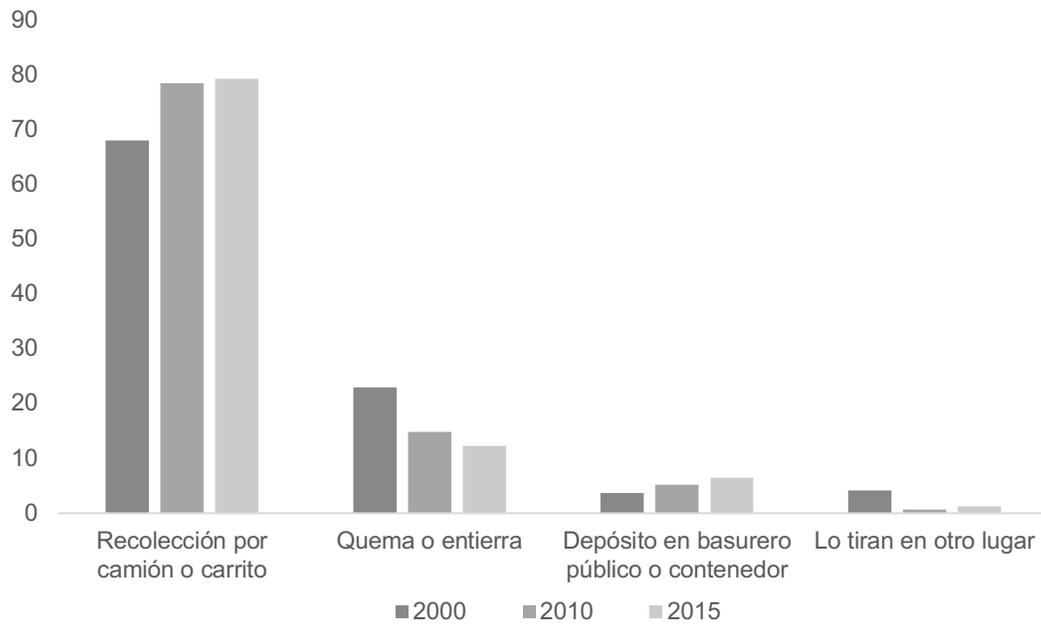


Figura 12. Distribución porcentual de las viviendas según forma de eliminación de residuos entre el año 2000, 2010 y 2015 (Elaboración propia, fuente INEGI 2015).



3.1.1 Morelos, vivienda y residuos

Con respecto al estado actual de la vivienda, la CONAREVI señala que hay un rezago en materia de dotación de vivienda, motivo por el cual se asignan presupuestos para satisfacer la demanda, como es el caso de Morelos (CONAREVI, 2011). Existe un incremento anual en la construcción de viviendas de interés social, de las cuales, 75% de la construcción están concentradas en ocho municipios morelenses, y son; Ayala, Cuautla, Emiliano Zapata, Jiutepec, Jojutla, Temixco, Xochitepec, y Yautepec (INEGI, 2016).

En este contexto, las acciones relativas al manejo de residuos de la industria de la construcción, solamente que hay una guía que sugiere la elaboración de un plan de manejo que presenta la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción (CMIC). Ahora bien, el Estado de Morelos, no cuenta con información pertinente de los impactos de la actividad de edificación, no registra la cantidad de residuos provenientes del ramo, y tampoco la caracterización de los mismos. En este sentido, a escala municipal, las actividades relativas a la gestión de residuos, se remite solamente a recolectar y en casos complejos a disponerlos o confinarlos.

La información relativa a residuos disponible en el reglamento de la construcción en los municipios del estado, se basa en lo publicado por el del municipio de Cuernavaca, que en su documento señala en el Capítulo IV del Título II, artículo 39, el retiro de obstáculos en la vía pública (Periódico Oficial, 2012), en el Título V Capítulo III, en los artículos 83 y 84, correspondientes a requerimientos de higiene, servicios y acondicionamientos ambientales, solamente señala dotación de insumos como agua, electricidad e infraestructura para la operación y funcionamiento de edificaciones. Es en los artículos del 86 al 89 donde se abordan los aspectos de dotación de ductos, depósitos para basura y de residuos peligrosos, de dimensionamientos y condiciones de diseño arquitectónico, que se deben clasificar como desechos sólidos, orgánicos e inorgánicos en recipientes separados, pero dejando las consideraciones a las secretarías correspondientes, de igual manera, lo correspondiente a residuos peligrosos y la contaminación ambiental, solamente menciona que se ajustarán a las disposiciones legales en la materia.

En su Título VII, Capítulo I, artículo 222 respecto al uso momentáneo de la vía pública para depositar materiales de la construcción, pero la remoción de escombros y mermas producto



de la actividad, lo mismo en reglamentos habitacionales deben ser retirados de manera rápida. No hay una observación, sugerencia o nota donde se señale la caracterización, manejo, traslado, disposición o confinamiento, de los residuos provenientes de la construcción por tanto hay otro aspecto a señalar en la generación de residuos con tales particularidades (Periódico Oficial, 2012).

En este contexto, el Estado de Morelos registró al año 2005 una población de 1'612,899 (INEGI, 2005) de los cuales más del 60% se concentraba en siete municipios (Ayala, Cuautla, Cuernavaca, Emiliano Zapata, Jiutepec, Temixco y Yautepec) y el 40% en el resto de la geografía morelense.

Las estimaciones estatales de generación de RSU oscilan alrededor de 1,870 ton/día en 33 municipios. Con falta de conocimiento y capacitación, carencia de infraestructura, financiamiento y la falta de planes de manejo y diagnóstico básico en el manejo de los RSU resulta en una omisión a las disposiciones legales para abordar dicha problemática.

El panorama al año 2010, el estado registró una población de 1,777,227 que representa el 1.6% con respecto a país (INEGI, 2010). De acuerdo a las estimaciones de los registros estatales, en Morelos se generan alrededor de 1,939 ton/día, es decir; $1,939 \times 365$ días es igual a 70,7735 ton/año de residuos sólidos urbanos (RSU) en sus 33 municipios (SEDESUS, 2013).

Por tanto, una estimación de generación Per cápita estatal para Morelos en términos brutos nos resulta la siguiente ecuación.

$$P_c = \text{RSU} / P_o T$$

Donde

P_c = Generación Per cápita

P_o = Población total

RSU = Generación de residuos sólidos urbanos

Por lo tanto

$$P_c = 1,939 / 1,777,227 = 0.00109 \text{ ton}$$

Es $P_c = 1.09 \text{ kg/día}$, o bien 398.22 kg/año en el Estado de Morelos



Los datos aportados en el Anuario Estadístico y Geográfico de Morelos 2016, el apartado referente a viviendas particulares habitadas y sus ocupantes indica que hay 623,884 viviendas alojando a 1,801,681 habitantes, los municipios mencionados anteriormente, registran los siguientes datos; Ayala 22,804, Cuautla 53,840, Cuernavaca 107,190, Emiliano Zapata 27,289, Jiutepec 60,509, Jojutla 16,503, Temixco 30,363, Xochitepec 18,527, y Yautepec 28,414 viviendas. Del total reportado, las condiciones por tipo de material, para tener una dimensión del uso de componentes es del 82.84% utilizaron materiales de origen pétreo, recocido o concreto, el 6.28% son de adobe y madera, el 0.78% son materiales industrializados, metálicos, asbestos y fibras naturales, en tanto el 1% son de material de desecho o lámina de cartón. En este sentido, los municipios que registran porcentajes elevados con construcciones de materiales pétreos son Cuernavaca 96.97%, Cuautla 94.75%, Emiliano Zapata 96.63%, Jiutepec 96.83%, Jojutla 95.51%, Xochitepec 93.39% y Yautepec 94.42%, es decir; los que están más urbanizados y registran mayor población (INEGI, 2016).

Con respecto al tipo de eliminación de residuos en el Estado de Morelos, el INEGI (2016) reporta que, del total de viviendas habitadas, el 90.69% lo entregan al servicio público de recolección, el 0.25% no especificó, el 0.34% los tira en otro lugar, el 0.24% los entierra, quienes los queman son el 4.85% y los que lo arrojan a un contenedor o depósito son el 3.25%.

Con respecto al volumen de RSU en Morelos, el registro señala 528 mil toneladas, que fueron vertidos en sitios no controlados que tienen una superficie de 24 hectáreas, los que fueron llevados a un sitio controlado para su disposición final ocupan un área de 7 hectáreas, finalmente, aquellos que llegaron a rellenos sanitarios ocuparon una superficie de 61 hectáreas, en tanto la capacidad disponible de los rellenos sanitarios se estima en 1,318,417 metros cúbicos (INEGI, 2016).



3.2 Los residuos en la Construcción

La industria de la construcción ocasiona efectos nocivos al ambiente, causando impactos de diversa índole a causa de los residuos generados, además; es la mayor consumidora de energía y materias primas solamente superada por la producción alimentaria, debido al alto consumo de recursos, es un problema para las generaciones futuras dado que disminuye el potencial de recursos, y confrontar tales efectos requiere de mejorar los procesos y procedimientos, innovar con sistemas constructivos, y reducir o mejorar la tasa de consumo de recursos (Halliday, 2008).

El pretexto del desarrollo ha causado daños ambientales poniendo en riesgo los principios de la sustentabilidad, la explotación de recursos, en particular los no renovables para propósitos de construcción ha sido intensivo, generando millones de toneladas anuales. En contra parte, no muchos tienen planes para la utilización de los residuos provenientes de la construcción y demolición (RCD) en nuevas construcciones o reincorporarlos a cualquier fase del ciclo productivo, el mercado global para agregados tiene una estimación anual del 5.2% equivalente a 48.3 billones de toneladas (Silva *et al*, 2014).

Tan solo en Estados Unidos, la Environmental Protection Agency estimó que la generación de escombros provenientes de la construcción y la demolición, de edificaciones residenciales y no residenciales es cercana a 170 millones de toneladas en el año 2003. En la Unión Europea, se estimó la generación residuos osciló los 2.5 billones de toneladas en 2010, de los cuales el 35% es de RCD, es decir, cerca de 860 millones de toneladas, de ese total de RCD europeo, cerca del 97% son compuestos minerales y de la construcción, derivados de excavaciones de tierra, residuos carreteros, demolición de edificios, dragado, residuos rocosos, y de relaves o residuos mineros como cianuro, arsénico, plomo, cadmio, zinc, mercurio entre otros. De esos, la suma total de residuos mineros y de la construcción suman cerca del 76% del total de residuos generados, de ahí la importancia de abordar la problemática de los RCD véase las figuras 13 y 14 (Silva *et al*, 2014).

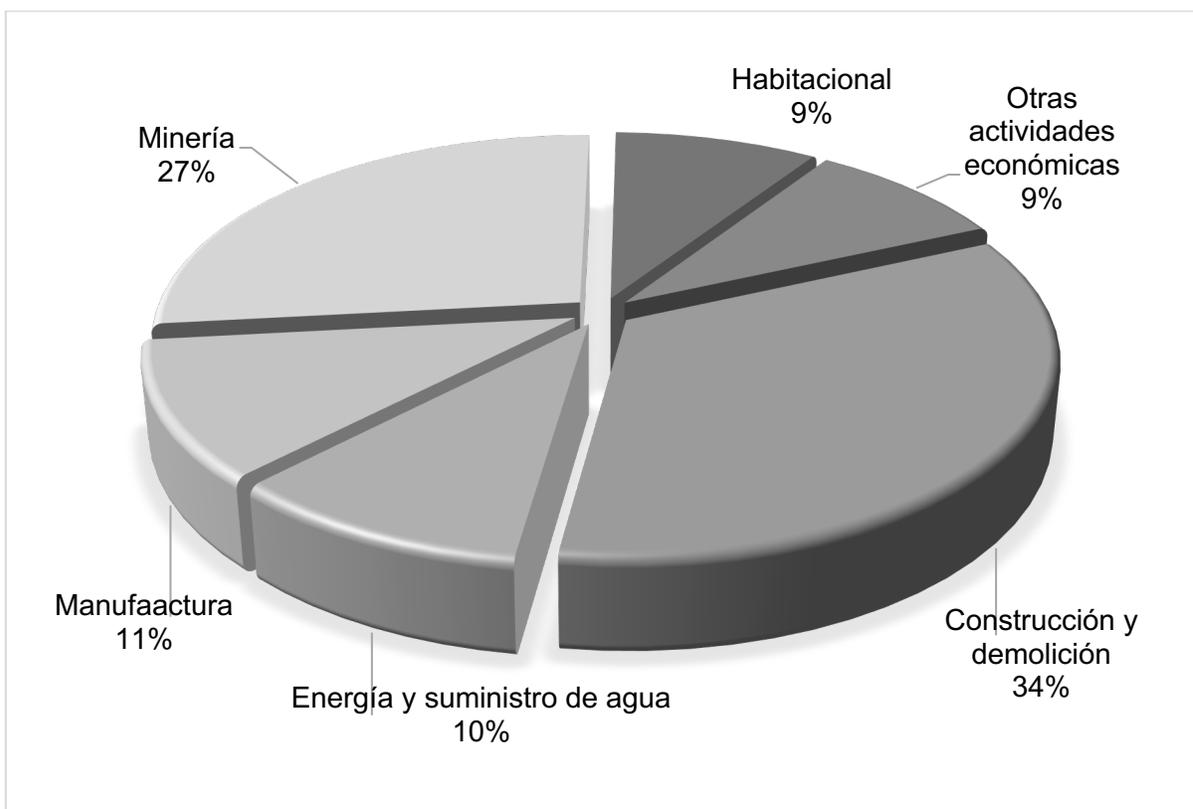


Figura 13. Generación total de residuos en Europa. (Elaboración propia, fuente: Silva et al, 2014).

En la figura se aprecia el volumen de RCD y los de minería, en su conjunto suman 61% del total registrado, si bien los datos corresponden al continente europeo, son un sintoma del comportamiento en la generación de residuos, aunque la mayoría de los países que lo conforman son desarrollados, el reflejo en los no desarrollados es similar, con la excepción de la capacidad tecnológica de Europa para enfrentar el problema.

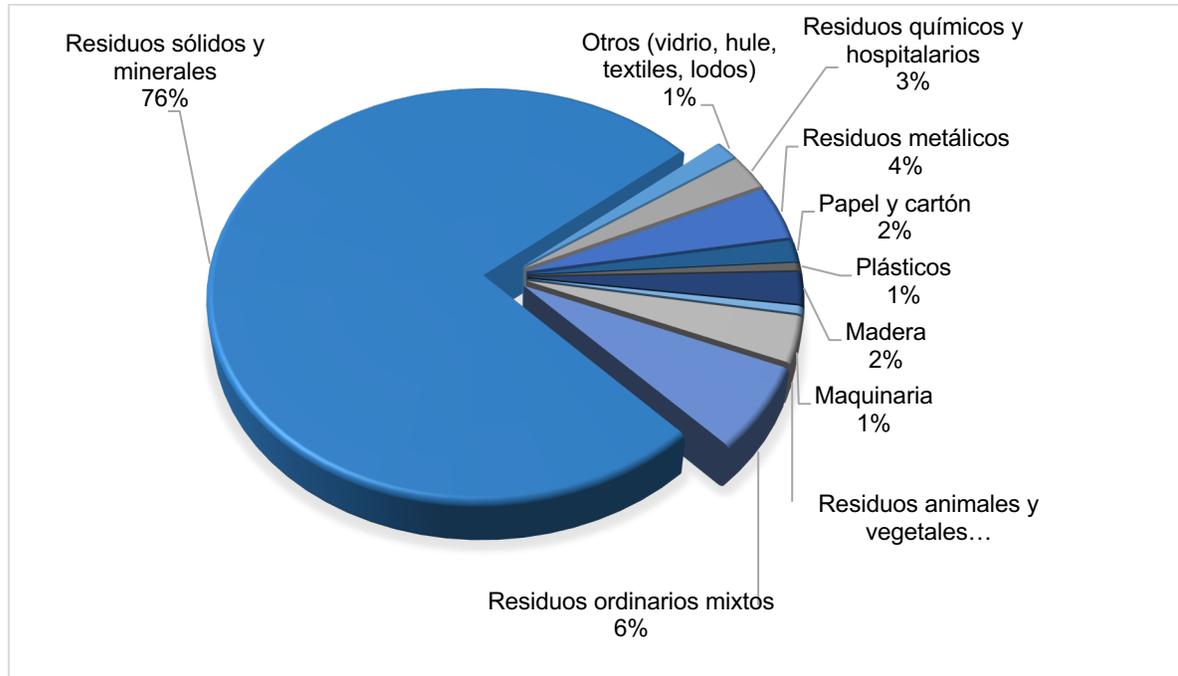


Figura 14. Caracterización de los residuos. (Elaboración propia, fuente: Silva *et al*, 2014).

En la figura anterior se observa la dominancia generadora de residuos de la industria de la construcción y la minería, en esta, podemos ver que la concentración de residuos sólidos y minerales sigue la misma tendencia, la presencia del resto de los residuos que componen la caracterización es discreta, resaltando los residuos metálicos y los de origen animal y vegetal. Si bien el grueso de generación corresponde con un comportamiento de las actividades económicas, es de resaltar que la extracción de recursos incide de manera inversamente proporcional al funcionamiento de los ecosistemas y de los principios de la sustentabilidad.

La diferencia de la industria de la construcción en los países no desarrollados es de carácter artesanal, no sistematizado ni estandarizado, lo cual incide en la generación de RCD de manera diferencial. Aunado a esto, la elaboración de políticas, tanto ambientales como de mejoras en los procesos productivos es evidente, además los sistemas normalizados tienen una amplia trayectoria, así como, la elaboración de leyes y el control de residuos. También, el desarrollo tecnológico, el acceso a mecanismos financieros y la reincorporación de residuos en otros procesos fabriles en nuevos subproductos, o incorporarlos en distintas fases de la construcción, son un panorama diferente a nuestro contexto regional.



3.2.1 Conceptualización de los RCD

El estudio de los residuos provenientes de la construcción no es nuevo, hay diversos estudios que datan desde la década de los noventa, pero el problema no es el análisis, sino la falta de aceptación de los gobiernos de tal problema, la poca o nula información y los escasos resultados para enfrentar las externalidades. El ejemplo del análisis bibliométrico referente a los residuos de la construcción la demolición arroja datos interesantes, parte del número de artículos publicados por país, autor institución y métodos de análisis de los datos (Yuan & Shen, 2011).

La metodología consistió en ingresar a los portales utilizando sus bases de datos, los espacios son Web of Science (ISI), Engineering Village 2, ScienceDirect (Elsevier), EBSCO, Google Scholar y la biblioteca de la Pontificia Universidad Católica de Chile, posteriormente se ingresaron las palabras utilizadas en el lenguaje técnico especializado referentes a los residuos, generalmente en idioma inglés debido al origen anglosajón de las páginas señaladas.

3.2.2 Algunas causas en la generación de RCD

Generalmente se presenta en las etapas, tanto de diseño, construcción y manejo de los materiales, dado que no se especifica toda la información de los materiales a emplearse, como tipos, tamaños, pesos, sistemas de manejo y colocación, materiales para su colocación, detalles constructivos, falta de instrucciones en el procedimiento y el proceso constructivo, la planificación de la ruta crítica, así como la coordinación y comunicación o falta de capacidad técnica del personal (Polat & Ballard, 2004).

La etapa constructiva tiene que ver con cambios en el diseño, errores de pedidos de material, falta de atención a las especificaciones de manejo, uso, y almacenaje, mal funcionamiento de herramientas y equipo, formas incorrectas de aplicación, inclemencias de tiempo accidentes, falta de control de obra, daños ocasionados por terceros, presión de tiempos de entrega, ética de trabajo u omisión o falta de conocimiento (Osmani *et al*, 2008).

Con respecto a su clasificación o categoría, no hay un consenso estandarizado, ya que difieren tanto los procesos como el sistema constructivo, la cultura constructiva, el país de origen y el



tipo de construcción, sin embargo; algunos autores sugieren categorías como materiales de obras viales, suelo de excavación, residuos de demolición, residuos de despejes, de renovación, otros los clasifican en inertes, putrescibles y químicos, algunos más solamente en inertes y no inertes (Poon *et al*, 2004). Además de la caracterización, los volúmenes de generación por tipo de material también varían y los porcentajes no son similares, y de la generación total de residuos, los correspondientes solamente a los provenientes de la industria de la construcción son diferenciados (Aldana & Serpell, 2012).

No obstante, en Europa, elaboraron un catálogo de RCD que clasifica los residuos en ocho grupos, que por lo general tienen carácter de heterogeneos y van desde los residuos sólidos, residuos de manejo especial, residuos peligrosos, residuos incompatibles, en todos sus estados, sólidos, líquidos y gaseosos, lo que representa una dificultad para su reutilización o reciclamiento, los conjuntos residuales son: 1.-Mezclas de concreto, ladrillos, tejas, y materiales cerámicos. 2.- Madera, vidrio y plástico. 3.- Mezclas bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados. 4.- Metales (incluidas sus aleaciones). 5.- Tierra (incluida la excavada en zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje. 6.- Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto. 7.- Materiales de construcción a base de yeso. 8.- Otros residuos de construcción y demolición.

De la clasificación anterior, los metales son los que tienen una valorización alta como por ejemplo, el cobre, aluminio y acero. Los derivados del concreto son voluminosos y pesados, pero generan mucho polvo y otras contaminaciones secundarias, hay un alto consumo energético para procesarlos o generan alteraciones en la salud, las estimaciones para su reciclaje oscilan entre el 25 y el 30%, el resto van a los vertederos o tiraderos a cielo abierto (del Río *et al*, 2010).

Para el caso europeo, los mercados potenciales registrados para la comercialización de materiales de productos reciclados son: bases y sub-bases para firmes de carreteras de segundo orden, urbanizaciones, polígonos industriales y otras áreas de expansión. Áridos o residuos de tabiques y ladrillos para drenajes, rellenos de zanjas y firmes de caminos. Áridos o residuos de tabiques y ladrillos para lechos de patios y azoteas. Áridos para concretos pobres. De igual manera, hay un mercado emergente para los residuos denominados inertes como los provenientes de chatarra férrea, vidrio, materiales nobles de la construcción y carpintería, piedra labrada, principalmente granitos y basaltos, empleados en adoquines, sardineles,



losetas, baldosas, jambas, dinteles y demás elementos constructivos. La intención de reutilizar o reciclar los RCD se sujetan al objetivo principal del Plan de Gestión Integrada de los Residuos de la Construcción y Demolición de la comunidad de Madrid, que es reducir el déficit ambiental generado por el mal manejo de residuos en administraciones pasadas (del Río *et al*, 2010).



CAPÍTULO IV Marco Jurídico

4.1 Régimen jurídico y normativo

Anteriormente, los desechos eran considerados basura, es decir, no se les reconocía clasificación, ni tratamiento alguno, tampoco se le recuperaba ni se le asignaba ningún confinamiento o disposición. Posteriormente el concepto cambió y se les denominó residuos, éstos son desechados posterior al consumo de su propietario a quien ya no le son de utilidad, y pueden ser generalmente, materiales, productos, embalajes o empaques utilizados en sus actividades cotidianas, o provienen de otra actividad ya sea en vivienda, establecimientos, lugares de trabajo y la vía pública o en general aquellos que generan residuos con características similares resultantes de la limpieza de lugares públicos (Diario Oficial de la Federación, 2006).

De igual manera, en las diferentes escalas de gobierno, se aborda el problema de manera pragmática, es decir, con la incorporación de infraestructura para su recolección o disposición final. En consecuencia, existe una escasa información para la elaboración de bases de datos, de estudios especializados, o análisis dado que estos son abordados de manera parcial, los cuales son útiles para generar planes y programas especializados, que señalen diversos aspectos relacionados con los residuos y no solamente considerarlos como un excedente que no se sabe qué hacer con él. Por tanto, las aportaciones en materia de residuos son pertinentes, siempre y cuando contribuyan a ampliar el panorama, abrir otros caminos y ofrecer alternativas para la gestión de los residuos, en diferentes escalas y disciplinas.

La incorporación de políticas para atender el problema de los residuos tiene un sesgo sustentable, aunque por su complejidad atañen otras áreas que lo hacen complicado (Jiménez, 2015). En el manejo de los residuos, están contemplados desde su recolección, traslado, valorización, reciclado y tratamiento, para posteriormente disponerse en algún sitio (Karak, Bhagat, & Bhattacharyya, 2012). La gestión implica aspectos normativos, legislativos y también aspectos de administración. La cadena parte desde su origen hasta su disposición final para su reconversión o reutilización a la vida útil, la valorización en particular, tiene como objetivo asignarle un valor que puede ser económico en la mayoría de veces o permitir su aprovechamiento de alguna otra manera o alternativa, conocida como cadena de valor.



4.1.1 De basura a residuo, un cambio conceptual

En términos coloquiales, los desechos son generados por personas, organismos, o empresas, de manera asociada o individual, en escalas domésticas, y de mayor tamaño. En el lenguaje cotidiano, se le denomina basura, es decir; todo lo que se genera va en una sola clasificación. Anteriormente, los desechos eran considerados basura, es decir, no se les reconocía clasificación, ni tratamiento alguno, tampoco se le recuperaba ni se le asignaba ningún confinamiento o disposición.

Posteriormente el concepto cambió y se les denominó residuos, éstos son desechados de manera posterior al consumo de su propietario a quien ya no le son de utilidad, y pueden ser generalmente, materiales, productos, embalajes o empaques utilizados en sus actividades cotidianas, o provienen de otra actividad ya sea en vivienda, establecimientos, lugares de trabajo y la vía pública o en general aquellos que generan residuos con características similares resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos (Diario Oficial de la Federación, 2006).

De igual manera, en las diferentes escalas de gobierno, se aborda el problema de manera pragmática, es decir, con la incorporación de infraestructura para su recolección o disposición final. En consecuencia, existe una escasa información para la elaboración de bases de datos, de estudios especializados, o análisis dado que estos son abordados de manera parcial, los cuales son útiles para generar planes y programas especializados, que señalen diversos aspectos relacionados con los residuos y no solamente considerarlos como un excedente que no se sabe qué hacer con él. Por tanto, las aportaciones en materia de residuos son pertinentes, siempre y cuando contribuyan a ampliar el panorama, abrir otros caminos y ofrecer alternativas para la gestión de los residuos, en diferentes escalas y disciplinas.

En el manejo de los residuos, están contemplados desde su recolección, traslado, valorización, reciclado y tratamiento, para posteriormente disponerse en algún sitio (Karak *et al*, 2012). La gestión de residuos implica aspectos normativos, legislativos y también aspectos de administración. La cadena parte desde su origen hasta su disposición final para su reconversión o reutilización a la vida útil, la valorización en particular, tiene como objetivo asignarle un valor que puede ser económico en la mayoría de veces o permitir su aprovechamiento de alguna otra manera o alternativa.



4.2 Conceptos y figuras jurídicas

Ahora bien, para contextualizar se abordan algunas definiciones de la conceptualización de residuos según la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) lo cual nos permite entender el cambio de percepción de basura a residuo, y como es abordado el problema en términos jurídicos e institucionales.

4.2.1 Gestión Integral de Residuos

En este sentido, entiéndase como el conjunto articulado e interrelacionado de acciones normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación, para el manejo de residuos, desde su generación hasta la disposición final, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región contenidos en la fracción X del artículo quinto de la LGPGIR (2006).

4.2.2 Residuos

En este sentido, de inicio, en el artículo 5 fracción XXIX, entendemos por *Residuo* a aquel material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven. Continuando, hay una clasificación contenida dentro del mismo artículo en las fracciones XXX, XXXI, XXXII Y XXXIII respectivamente y que se citan a continuación.

4.2.3 Residuos de Manejo Especial

Entendemos como *Residuos de Manejo Especial*, aquellos generados en los procesos productivos, los cuales, no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos; posteriormente, los *Residuos Incompatibles* son los que al entrar en contacto o al ser mezclados con agua u otros materiales o residuos, generan alguna reacción que



produce calor, presión, fuego, partículas, gases o vapores dañinos (Diario Oficial de la Federación, 2006).

4.2.4 Residuos Peligrosos

En otra escala tenemos a los *Residuos Peligrosos*, son los que tienen al menos, alguna de las siguientes características tales como corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en dicha Ley (Diario Oficial de la Federación, 2006).

4.2.5 Residuos Sólidos Urbanos

Con respecto a los *Residuos Sólidos Urbanos* son aquellos que son generados en las casas habitación a nivel doméstico, resultado de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades caseras, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de alguna otra índole (Diario Oficial de la Federación, 2006).

4.2.6 Lixiviados

También, en la fracción XVI del artículo quinto, se menciona otra definición, la cual corresponde a *Lixiviado*, este es un líquido que se forma por la reacción, arrastre o filtrado de los materiales que constituyen los residuos y que contiene en forma disuelta o en suspensión, sustancias que pueden infiltrarse en los suelos o escurrirse fuera de los sitios en los que se depositan los residuos y que puede dar lugar a la contaminación del suelo y de cuerpos de agua, provocando su deterioro y representar un riesgo potencial a la salud humana y de los demás organismos vivos (Diario Oficial de la Federación, 2006: 5).



4.2.7 Valorización

El cambio radical no es solamente una clasificación y la elaboración de instrumentos y herramientas normativas y legislativas que le den solidez al concepto de residuo, hay un aspecto que cabe resaltar, el cual está especificado en la fracción XLIV que dice al calce, la *Valorización* es un principio y conjunto de acciones asociadas cuyo objetivo es recuperar el valor remanente o el poder calorífico de los materiales que componen los residuos, mediante su reincorporación en procesos productivos, bajo criterios de responsabilidad compartida, manejo integral y eficiencia ambiental, tecnológica y económica, en concordancia con lo establecido en la fracción II que dice, el aprovechamiento de los Residuos es el conjunto de acciones cuyo objetivo es recuperar el valor económico de los residuos mediante su reutilización, remanufactura, rediseño, reciclado y recuperación de materiales secundados o de energía (Diario Oficial de la Federación, 2006).

4.2.8 Reciclado

Al respecto, en el artículo 5, en sus fracciones XXVI Y XXXV dice, respectivamente que, el *Reciclado* es la transformación de los residuos a través de distintos procesos que permiten restituir su valor económico, evitando así su disposición final, siempre y cuando esta restitución favorezca un ahorro de energía y materias primas sin perjuicio para la salud, los ecosistemas o sus elementos.

4.2.9 Reutilización

En este contexto, entendemos la *Reutilización* es el empleo de un material o residuo previamente usado, sin que medie un proceso de transformación (Diario Oficial de la Federación, 2006).

Las definiciones anteriores, no solamente nos dicen que son y como están clasificadas, también nos indican que es lo que se puede hacer respecto a los residuos a través de la LGPGIR como se señala posteriormente en el artículo 7, en sus 26 fracciones.



4.3 De las Normas en México

La Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, establece que 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. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de febrero de 2013.

La Norma Oficial Mexicana NADF-007-RNAT-2013, para el manejo de RCD del Distrito Federal (DF) hoy Ciudad de México establece que la clasificación y especificaciones para el manejo de los residuos de la construcción y demolición en el Distrito Federal busca promover su reúso y reciclaje, fomentar su aprovechamiento y minimizar su disposición final inapropiada. Además de recabar información que permita minimizar la emisión de gases efecto invernadero (GEI) que se generan en dicho proceso (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2015).

La Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, 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, los cuales fueron aprobados por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales, realizándose las modificaciones procedentes al proyecto; las respuestas a los comentarios y modificaciones antes citados fueron publicadas en el Diario Oficial de la Federación el día 7 de enero de 2013 (Diario Oficial de la Federación, 2013).

La Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, Que establece las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 20 de octubre del 2004 (Diario Oficial de la Federación, 2004).

La Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-018-AMBT-2009, Que establece los Lineamientos Técnicos que deberán cumplir las personas que lleven a cabo obras de construcción y/o demolición en el Distrito Federal para prevenir las emisiones atmosféricas de partículas PM10 y menores. Publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 25 de



septiembre del 2012. La Norma Mexicana NMX-AA-164-SCFI-2013 Edificación Sustentable en lo referente a la participación y corresponsabilidad de los actores y la separación y manejo de los residuos.

La Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-011-SMA-RS-2008 para el Manejo de Residuos de la Construcción del Estado de México, tiene por objetivo establecer la clasificación y el manejo ambiental de los residuos de la construcción, que los generadores deben cumplir para controlar su manejo y disposición final adecuada; es de observancia obligatoria en todo el territorio del Estado de México (Periódico Oficial del Gobierno del Estado de México, Norma técnica estatal ambiental NTEA-011-SMA-RS-2008 Que establece los requisitos para el manejo de los residuos de la construcción para el Estado de México, 2009).

La Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-013-SMA-RS-2011, que establece las especificaciones para la Separación en la Fuente de Origen, Almacenamiento Separado y Entrega Separada al Servicio de Recolección de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial, para el Estado de México. Regula la separación, almacenamiento, recolección de RSU, RME y su aprovechamiento, es obligatoria para todos los generadores de RSU y de RME, aplicable a domiciliarios, comerciales, de servicios, gobiernos, instituciones públicas y cualquier tipo de industria (Periódico Oficial del Gobierno del Estado de México, 2011).

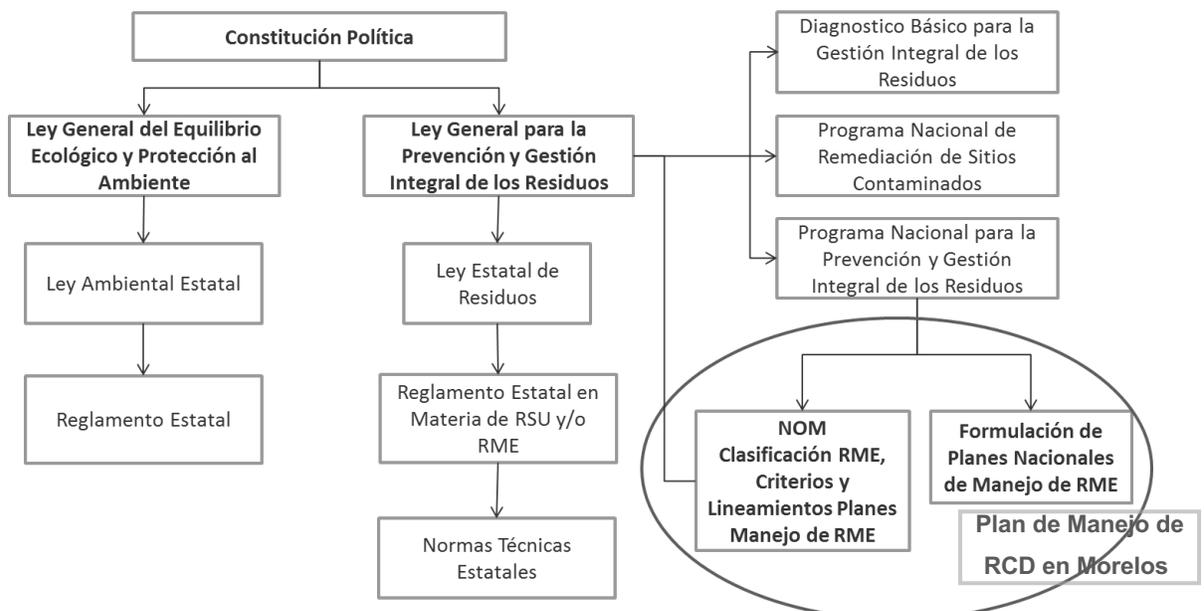


Figura 15. Diagrama Legal de los RCD en México Elaboración propia, fuente CMIC 2013, datos de las NOM's en México.



4.4 Ámbito legislativo estatal en Morelos

En materia jurídica en el Estado de Morelos, lo que señala el Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Morelos en Materia de Evaluación del Impacto y Riesgo Ambiental, lo estipulado en el Capítulo I, Artículo 3, fracción II, sobre el aviso de obra. Señala que es un escrito mediante el cual el promovente informa a esta Comisión el inicio de obra o actividades, a efecto de que la misma pueda programar las inspecciones correspondientes.

En el capítulo IV, sobre los procedimientos de evaluación del impacto ambiental, en su Artículo 17, referente al requerimiento de la autorización de la Comisión de impacto ambiental, en el inciso f) Fraccionamientos, unidades habitacionales y nuevos centros de población, así como en el Artículo 19, de las obras que requieren de presentación de manifestación de impacto ambiental modalidad general cuando se trate de proyectos de construcción de desarrollos turísticos, fraccionamientos, unidades habitacionales o la instalación de nuevos centros de población de dimensiones mayores a 12 viviendas y que sobrepasen los 720 m² de ocupación de suelo (Periódico oficial Tierra y Libertad, 2011).

4.4.1 Reglamento de la Ley de Residuos Sólidos para el Estado de Morelos

Así mismo, lo señalado en el Reglamento de la Ley de Residuos Sólidos para el Estado de Morelos en su Título Segundo de Política de Gestión y Manejo Integral, en su Capítulo I sobre diagnóstico básico para la gestión integral de residuos sólidos urbanos RSU y de manejo especial RME , en su Artículo 12 indica que una comisión elaborará el diagnóstico básico estatal con información generada por los municipio, y en su Artículo 13 se contemplan las necesidades, caracterización, infraestructura requerida, costos de manejo, volumen y frecuencia de generación (Periódico oficial Tierra y Libertad, 2011).

Con respecto a la clasificación de los residuos sólidos, en el Capítulo I, Artículo 34 referente a los RME de dividen en dos Categorías I y II, la primera son los derivados de los procesos productivos, en la segunda los derivados de la eliminación de materiales embalados (Periódico oficial Tierra y Libertad, 2011).



Reglamento de la Ley de Vivienda del Estado Libre y Soberano de Morelos

Es correspondencia de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas fomentar políticas públicas que eviten la exposición a riesgos por una mala disposición de residuos y falta de control en las construcciones según el Artículo 31 del Capítulo V sobre el Suelo para la Vivienda. Además de contemplar en el Capítulo VI sobre la producción sustentable y calidad de la vivienda, en su Artículo 33, prevalecer el manejo de residuos en el Reglamento de la Ley de Vivienda del Estado Libre y Soberano de Morelos (Periódico Oficial Tierra y Libertad, 2012).

Criterios para el manejo de RCD por siniestro

Derivado del sismo del 19 de septiembre del año 2017, que tuvo una magnitud de 7.1° en la escala de Richter y epicentro a 12 km de Axochiapan Morelos. Así como la generación de RSU, RME, RP y de RCD, los cuales no tuvieron un manejo apropiado y sobrepasaron las capacidades tanto de manejo como de recolección, transferencia o disposición final, es que se elaboran los criterios para el manejo de RCD, con la finalidad de evitar impactos negativos en la salud y el medio ambiente por parte de la SEMARNAT, con base en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos el manejo de los residuos de la construcción y demolición generados incluyendo su disposición final deberá ser autorizado por el Gobierno Estatal, el cual pondrá a disposición toda la información sobre la ubicación de los sitios autorizados. Considerando 1.- La ubicación de sitios para disposición final; 2.- Operación de los sitios de disposición final; 3.- Aprovechamiento y reciclaje de RCD; 4.- Saneamiento y clausura de sitios de disposición final (SEMARNAT, 2017).



CAPÍTULO V La industria de la Construcción

5.1 La industria de la construcción en México y los residuos

De acuerdo con datos de la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC) 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 m³ de residuos en cada una de sus obras, la formulación y desarrollo del respectivo Plan de Manejo.

La cual, tiene el objetivo de contribuir a alcanzar las metas ambientales establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013–2018, así como promover estrategias que contribuyan en el sector de la construcción la aplicación de la normatividad vigente, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC) firmaron un convenio de concertación que entre otras acciones destaca la elaboración del presente “Plan Nacional de Manejo de Residuos de la Construcción”, como parte fundamental de la implementación de la Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011 (CMIC, 2014:4).

En términos de área de influencia y de importancia, el sector de la construcción está ligado al entorno económico y financiero nacional e internacional. El sector utiliza insumos provenientes de otras industrias como el acero, hierro, cemento, arena, cal, madera, aluminio, por tal motivo, es uno de los principales motores de la economía del país, ya que beneficia el 80% de las ramas de actividad productiva a nivel nacional.

También, es la sexta rama económica en generación de riqueza, la cuarta rama económica en generación de empleo directo. Y en los últimos 6 años ha presentado una Tasa Media Anual de Crecimiento del 0.8%. El tamaño de su mercado corresponde a 2.1 billones de pesos, el Sector Público concentra el 22% y el Privado el 78% restante.

La industria de la construcción tiene un área de oportunidad en la gestión y manejo integral de los residuos que genera, a pesar de su aplicación informal, acciones aisladas que tienen relación con la separación, reutilización y reciclaje de los Residuos de la Construcción y la Demolición (RCD). Actualmente, la composición de las empresas que integran la industria de la construcción es muy variada, en tamaño, tipos de obra y condiciones geográficas y por tanto



en la cantidad de RCD que producen, ver tabla siguiente (CMIC, 2014).

Tabla 2. Clasificación de empresas con base en sus ingresos anuales

Estratificación INEGI			Afiliados a la CMIC
Tamaño	De	Hasta	100%
Micro		13.5	86
Pequeña	13.5	23.1	6
Mediana	23.1	41.5	4
Grande	41.5	74.4	2
Gigante	74.4		3

Elaboración propia, fuente: INEGI 2010

5.1.1 Plan de manejo de RCD de la CMIC

La CMIC como institución, tiene como objetivo central, alcanzar metas tales como promover 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 con la propuesta de un plan de manejo (PM).

De esta manera, se ha planteado diversos objetivos específicos como: identificar la problemática actual que enfrenta la Industria de la Construcción en México respecto al manejo integral de sus residuos de la construcción e identificar cuáles serán sujetos del PM-RCD. Establecer estrategias para lograr el mejoramiento de la gestión y manejo integral de los RCD, analizando aspectos técnicos, de fortalecimiento organizacional y financieros. Así como fundamentar los procedimientos para la implementación del PM-RCD, identificar y difundir mejores prácticas para minimizar y maximizar el aprovechamiento de residuos bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, mejora continua, eficiencia energética, económica y social. Y como finalidad, cumplir con los lineamientos solicitados por la legislación y normatividad ambiental aplicables en la materia (CMIC, 2014).

Para tal efecto, la CMIC realizó una clasificación de residuos de la construcción y demolición (RCD), donde incluye cuatro grupos, primero está compuesto por: material de excavación como los suelos arcillosos, granulares y tepetatosos. Segundo, concreto en diferentes



presentaciones, desde simple, armado, hasta el asfáltico. Tercero, elementos mezclados prefabricados y pétreos como fragmentos de block, tabique, adoquín, tubos, ladrillos, piedras. Cuarto, correspondiente a otros que contiene residuos diversos como madera, cerámica, plásticos y plafón, yeso, muros falsos, materiales ferrosos, residuos orgánicos producto del despalme (CMIC, 2014).

De los cuatro grupos de la clasificación de RCD en México, que son Material de Excavación, Concreto, Elementos Mezclados Prefabricados y Pétreos, Otros, además de generan RSU como parte de las actividades propias de la construcción, pero que no se consideran RCD, por tanto, no deben mezclarse. Sin embargo, el constructor tiene que cumplir con lo establecido en la NOM-083-SEMARNAT-2003 en términos de ordenamiento municipal para separar, transportar y disponer en un relleno sanitario los residuos señalados (CMIC, 2014).

5.1.2 Obligatoriedad de implementación de un Plan de Manejo en la Construcción

En apego a los señalamientos de la NOM-161-SEMARNAT-2011, se indica que todos los actores de la cadena de valor de la industria de la construcción, siempre que sean grandes generadores de residuos o de alguno establecido en el listado o las condiciones expuestas en el instrumento normativo, están obligados a desarrollar su Plan de Manejo. Si bien, los constructores son la parte perceptible en el proceso de generación de RCD, este, solamente es una parte del enlace y es a quien se le atribuye la mayor responsabilidad.

En este sentido, se entiende por *Plan de Manejo* al instrumento que tiene como objetivo minimizar la generación y maximizar la valorización, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, con fundamento en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos y grandes generadores de residuos, según corresponda, así como a los tres niveles de gobierno, artículo quinto, fracción XXI (Diario Oficial de la Federación, 2006).

Para efectos de la clasificación de la cadena de valor, se contemplan los tres grandes sectores productivos, en el sector primario Extractivo y Materiales de Construcción, se ubican los



actores que se consideran proveedores de insumos, desde materiales pétreos, cementos, maderas y accesorios para acabados. En el sector secundario, se identifican los actores cuya actividad se encuentra relacionada precisamente con la construcción y servicios relacionados. Finalmente, en el sector terciario, los actores cuyas labores son de soporte e incluyen a los comerciantes y proveedores de servicios, incluso técnicos y financieros, ver figura 16 (CMIC, 2014).

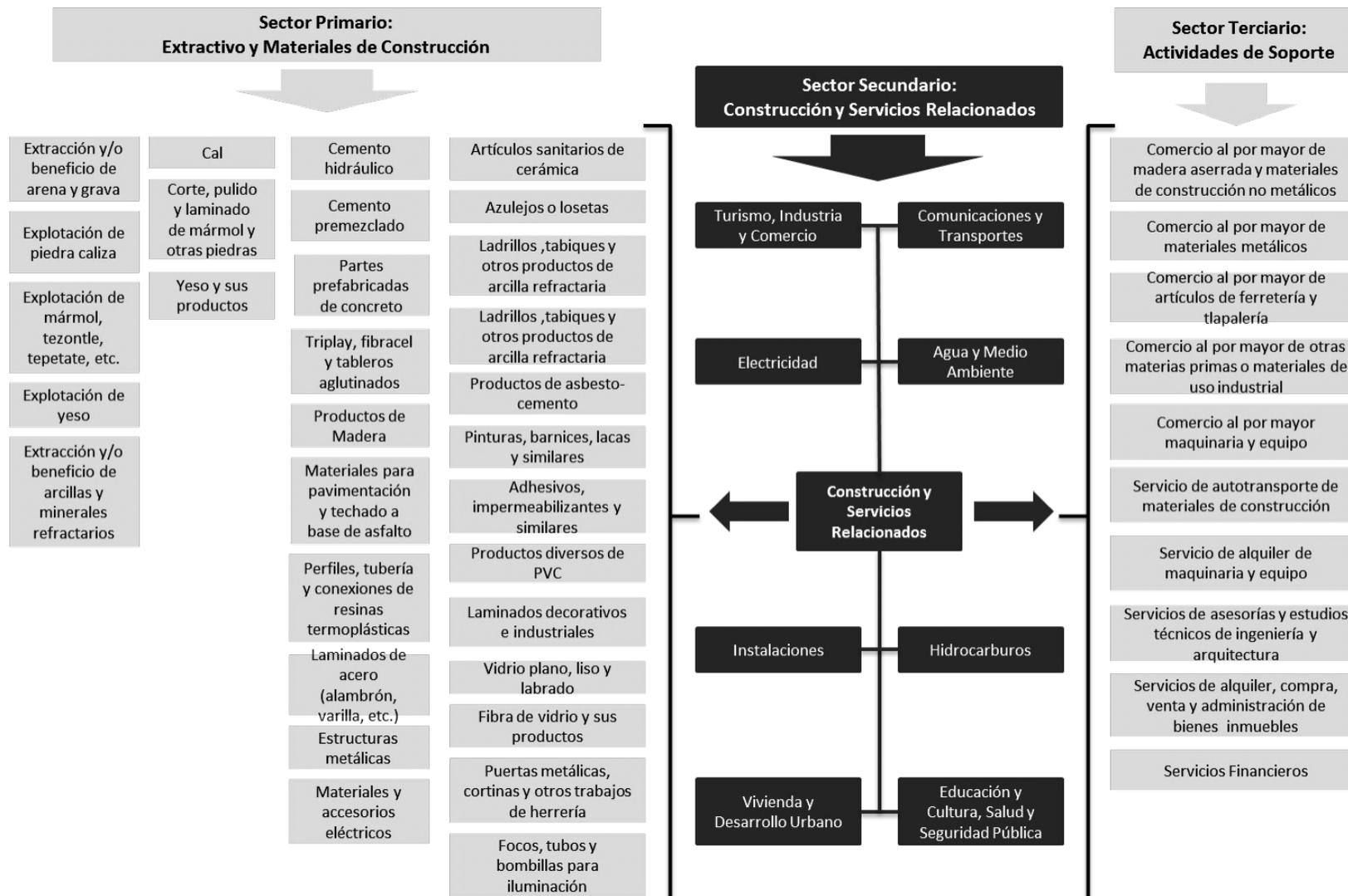


Figura 16. Cadena productiva de la industria de la construcción. Fuente: CMIC, 2013.

En este sentido, dentro de la cadena productiva hay responsabilidades y co-responsabilidades, la LGPGIR considera como *Responsabilidad Compartida* al principio mediante el cual se reconoce que los residuos sólidos urbanos y de manejo especial son generados a partir de la realización de actividades que satisfacen necesidades de la sociedad, mediante cadenas de valor tipo producción, proceso, envasado, distribución, consumo de productos, y que, en consecuencia, su manejo integral es una corresponsabilidad social y requiere la participación conjunta, coordinada y diferenciada de productores, distribuidores, consumidores, usuarios de subproductos, y de los tres órdenes de gobierno según corresponda, bajo un esquema de factibilidad de mercado y eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social fracción XXIV artículo 5 (Diario Oficial de la Federación, 2006).

5.2 Modelo de estimación de RCD en México

Para la estimación de generación de RCD, el modelo contempla la metodología de identificación de estudios previos a partir de trabajos de campo y desarrollada por la SEMARNAT en el año 2009, bajo la normatividad de la LGPGIR, tomando como base el factor de 0.3 m³ de desperdicio por cada m² construido y un peso de 1.3 toneladas por cada m³, resultando 0.390 ton/residuos/m² construido (CMIC, 2014).

Donde la composición física por grupo es de 41.16% de material de excavación, 24.38% concreto, 23.33% corresponde a pedacería de block/tabique y de otros el 9.13% (CMIC, 2014). Además, se utilizó la metodología revisada y adecuada en el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial de Aguascalientes, utilizando el algoritmo que se presenta a continuación:

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

Donde:

G_{RC} = Generación de Residuos de la Construcción (Ton).

M_C = Superficie de Obra Construida (m²).

f_v = Factor de Volumen de Obra (0.85 m³/m²).

i = Porcentaje de Residuos de Construcción por m³ (6.8%).

P_{RC} = Peso Volumétrico Promedio de RCD (1.5 ton/m³).

De esta manera, y utilizando los datos de los Anuarios Estadísticos Estatales 2011, del INEGI, que señalan la superficie total construida por tipo de obra, y la información de los Principales



Indicadores de las Empresas Constructoras (INEGI, 2011), se estimaron los resultados generales que indican una Generación Anual Estimada para el año 2011 de 6,080,637.37 toneladas de RCD, lo que representa una generación diaria de 16,659.28 toneladas⁷, ver tabla 3 (CMIC, 2014).

Ahora bien, con tales datos previos, se consideraron dos escenarios en el comportamiento de la industria de la construcción en un período de 2014-2018, el contexto tendencial con promedio anual de 3.5% con una generación estimada de 9.2 millones de toneladas/año al 2018, es decir; 25 mil ton/día. El marco de la CMIC con un crecimiento estimado del 5% promedio anual y una generación estimada de 9.9 millones de toneladas al año 2018, o sea 27 mil ton/día, por tanto, en ambos casos demandan la creación de infraestructura para manejar de manera apropiada los RCD, las estimaciones son conservadoras debido a la poca información y la aplicación de cálculos aproximados (CMIC, 2014).

⁷ se considera que la superficie total registrada como construida oficialmente, no representa más del 76% de la obra realmente ejecutada (Factor por Obra No Oficial = 1.3158).

Tabla 3. Estimación de RCD

Entidad Federativa	Superficie Construida (m2) (2011)				Total	Residuos Generados (ton.)				Total	Factor Obra no Oficial
	Habitacional	Comercial	Industrial	Otros		Habitacional	Comercial	Industrial	Otros		1.3158
Morelos	650,220	11,745	58,520	11,919	732,404	56,374.07	1,018.29	5,073.67	1,033.38	63,499.41	83,552.52
Nayarit	523,933	9,464	47,154	9,604	590,154	45,424.95	820.52	4,088.25	832.67	51,166.39	67,324.73
Nuevo León	6,228,427	577,940	601,529	44,912	7,452,808	540,004.62	50,107.40	52,152.56	3,893.87	646,158.45	850,215.29
Oaxaca	719,566	66,769	69,494	5,189	861,018	62,386.36	5,788.87	6,025.15	449.86	74,650.23	98,224.78
Puebla	767,613	304,911	104,727	314,256	1,491,507	66,552.05	26,435.78	9,079.83	27,246.00	129,313.66	170,150.91
Querétaro	1,477,488	573,465	148,620	3,500	2,203,073	128,098.21	49,719.42	12,885.35	303.45	191,006.43	251,326.26
Quintana Roo	805,418	389,710	12,229	9,607	1,216,964	69,829.74	33,787.86	1,060.25	832.93	105,510.78	138,831.08
San Luis Potosí	739,475	330,709	259,815	10,803	1,340,802	64,112.48	28,672.47	22,525.96	936.62	116,247.53	152,958.50
Sinaloa	356,663	301,900	118,888	7,463	784,914	30,922.68	26,174.73	10,307.56	647.04	68,052.01	89,542.84
Sonora	931,626	788,582	310,542	19,494	2,050,244	80,772.00	68,370.05	26,924.00	1,690.11	177,756.16	233,891.55
Tabasco	394,194	317,330	292,839	216,392	1,220,755	34,176.62	27,512.51	25,389.14	18,761.19	105,839.46	139,263.56
Tamaulipas	664,636	307,294	124,235	8,012	1,104,177	57,623.94	26,642.39	10,771.17	694.64	95,732.15	125,964.36
Tlaxcala	238,546	37,968	19,413	40,997	336,924	20,681.94	3,291.83	1,683.11	3,554.44	29,211.31	38,436.24
Veracruz	2,547,067	427,707	82,411	219,076	3,276,261	220,830.71	37,082.20	7,145.03	18,993.89	284,051.83	373,755.40
Yucatán	711,551	119,485	23,022	61,201	915,260	61,691.49	10,359.32	1,996.04	5,306.15	79,353.01	104,412.69
Zacatecas	435,620	78,452	43,039	135	557,246	37,768.25	6,801.79	3,731.48	11.70	48,313.23	63,570.55
					53,301,585	2,955,386.38	789,117.59	409,539.59	467,203.87	4,621,247.43	6,080,637.37

Fuente: CMIC, 2014, del Anexo AIII.

Las estimaciones de la caracterización de los RCD, se consideraron desde obras pequeñas, de autoconstrucción, obras de gran tamaño, obras públicas y privadas por porcentaje de incidencia, además se registra que solamente el 4% de ellos son aprovechados, el 3% en reciclaje y el 1% en el reuso. De los cuatro grupos mencionados con anterioridad, tenemos la figura 17.

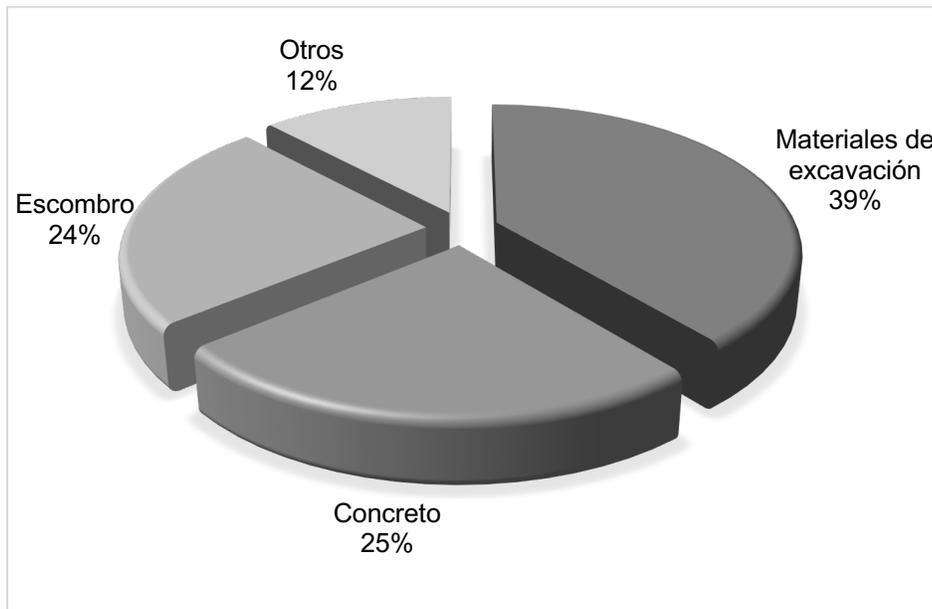


Figura 17. Caracterización de los RCD (%). Elaboración propia, fuente (CMIC, 2014:17).

5.2.1 Metodología para determinar los RCD en obra

De igual manera, la CMIC, en su documento Guía rápida de apoyo al constructor, establece que: ante la imposibilidad de establecer metas generales de minimización y aprovechamiento de residuos dada la gran variedad de construcciones o demoliciones, tanto por sus tipos como por sus tamaños, cada obra por sus características determinará el total de residuos sujetos al PM-RCD y de éste (T) los porcentajes en que se reutilizarán (RU) o se reciclarán ya sea en obra (RCo) o fuera de ella (RCa) así como los que serán objeto de disposición (D) por tanto:

$$T = RU + RCo + RCa + D$$

Con el apoyo de las herramientas para la elaboración de presupuestos y análisis de precios unitarios se identificarán los conceptos de obra y materiales cuyos desperdicios de acuerdo con el proyecto ejecutivo serán sujetos de reuso o reciclaje para su incorporación en



subproductos, estableciéndose para cada obra los indicadores correspondientes (CMIC, 2014:5).

5.3 La vivienda de interés social en Morelos y los RCD de la colocación de losetas cerámicas

El número de viviendas particulares habitadas, propias compradas en el estado de Morelos asciende a 295,100 unidades, en el país se contabilizaron alrededor de 19,095,472, de las cuales el 10.09% y el 20.55% fueron adquiridas con algún financiamiento del INFONAVIT, FOVISSSTE O PEMEX respectivamente, las que utilizaron un crédito FONHAPO fueron 0.08 y 0.24 % en ese orden, y tan solo el 2.83 y el 4.9 % lo obtuvieron a través de alguna institución bancaria, otra fuente fueron instituciones financieras diferentes que solventaron el 2.24 y el 2.62% de las viviendas. En total, para el estado se financió el 15.25 de las viviendas particulares y el 28.32% para el país. Es decir, se financiaron cerca de 29,775 viviendas en Morelos a través de un crédito otorgado por INFONAVIT, FOVISSSTE o PEMEX (INEGI, 2015).

De acuerdo con los datos censales, en el Estado de Morelos se registraron en el año 2015 un total de 19,928 créditos para vivienda de interés social respectivamente, concentrándose en los municipios de Ayala, Cuautla, Emiliano Zapata, Jiutepec, Jojutla, Temixco, Xochitepec, Yauhtepec, es decir, el 75% de la construcción se ejecutó en los municipios citados (INEGI, 2016).

En este contexto, de acuerdo con las disposiciones y reglamentos del INFONAVIT, la superficie reglamentaria mínima para el Estado de Morelos es de 65 m², si consideramos en número de viviendas y los metros de construcción, y el espesor de 3 cm, tendríamos un volumen de obra solamente de la colocación de loseta aproximadamente (INFONAVIT, 2006).

De igual manera, el reglamento de vivienda del INFONAVIT, señala las dimensiones mínimas de las casas, estableciendo 2.70 ml⁸ por lado mínimo de los espacios habitables como estancia

⁸ ml= metros lineales.



y comedor, de recámaras y alcoba y de 1.5 y 1.2 ml para baño y patio de servicio respectivamente (INFONAVIT, 2006).

Residuos de loseta cerámica

$$\sum(a)(e) = S$$

Donde \sum es la suma total anual de vivienda de interés social construidas (19,928)

a= superficie de la vivienda (65m²)

e= espesor de la loseta cerámica

S= es la superficie de loseta cerámica/año en Morelos

$$\begin{aligned} 19,928 \times 65 \text{ m}^2 &= 1,295,320 \text{ m}^2 \\ 1,295,320 \times 0.010 \text{ m}^3 &= 12,953.2 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

De acuerdo con las estimaciones resultantes de los análisis de ingeniería de costos, el promedio de merma en la colocación de pisos es de aproximadamente el 4%⁹, luego entonces $12,953.2 \times 0.04 = 518.13 \text{ m}^3$ de residuos provenientes de la colocación de losetas cerámicas.

Residuos del adhesivo de la junta-base de la colocación de loseta cerámica

$$\sum(a)(e) = S$$

Donde \sum es la suma total anual de vivienda de interés social construida (19,928)

a= superficie de la vivienda (65m²)

e= espesor de la junta-base del adhesivo de la loseta cerámica (1.5 cm)

S= es la superficie de loseta cerámica/año en Morelos

$$\begin{aligned} 19,928 \times 65 \text{ m}^2 &= 1,295,320 \text{ m}^2 \\ 1,295,320 \times .015 \text{ m}^3 &= 19,429.8 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

De acuerdo con las estimaciones resultantes de los análisis de ingeniería de costos, el promedio de merma en la colocación de pisos es de aproximadamente el 4%, luego entonces $19,429.8 \text{ m}^3 \times 0.04 = 777.192 \text{ m}^3$ de residuos provenientes de la colocación de losetas cerámicas.

⁹ Es el factor de desperdicios, resultado de la estimación de los análisis de costos de la construcción del sistema OPUS.



La suma total de residuos de loseta y adhesivo es de: $5,181.28 \text{ m}^3 + 777.197 \text{ m}^3$, resultando un total de $5,958.472 \text{ m}^3$ al año.

Actualmente, no existe ni diagnóstico básico, ni plan de manejo que atienda tal problemática, no hay un banco de materiales para su reutilización, ni procesos para reciclar tales mermas.

Si bien el objetivo es estimar la caracterización y producción de residuos provenientes de la colocación de losetas cerámicas en casas-habitación de interés social, en el Estado de Morelos, es importante señalar la composición de ingrediente para la elaboración de los de la construcción, en particular los antes señalados, dado que tiene implicaciones tanto ambientales como de sanidad, no es la intención abordar los procesos de fabricación de los mismos, pero si señalar los residuos resultantes de su colocación.



5.3.1 Del proceso y procedimiento constructivo de las losetas cerámicas

Dentro del proceso constructivo, la colocación de loseta está en la fase de acabados dentro del programa de obra. La programación de ejecución de obra o construcción, está organizada en primera instancia por partidas, el número de ellas depende del tamaño de obra, del sistema constructivo, de la complejidad, del sitio y del flujo de recursos económicos para realizarse. Dentro de las partidas van incluidos los conceptos que tienen el mismo orden que las partidas, de igual manera, algunos conceptos se pueden agrupar en relación a su similitud de operación, como ejemplo tenemos conceptos como los de albañilería que incluye varios conceptos del catálogo de obra.

Posteriormente, se elabora la descripción de cada uno de los conceptos del catálogo de obra, el cual consiste en especificar las características detalladas de las partes del proceso de obra, donde además se especifica el procedimiento. En este sentido, se incluyen los datos del 1.- tipo de servicio, 2.-el nombre y clave del concepto, 3.-las medidas y especificaciones detalladas, 4.- se enlistan los materiales a utilizar, sus principales características, pesos, volúmenes, granulometría, presentación, marca, modelo, serie, que tipo de calidad, capacidad, que tipo de instalación previa o posterior se ha de realizar, colores, tamaños, u origen, 5.- forma de aplicación, fabricación o preparación, se señalan trabajos previos, condiciones constructivas anteriores para el proceder a realizar la actividad, se señala si se elabora *in situ*, se realiza prefabricado, hecho en obra, como se preparan las mezclas, las proporciones, las condiciones o características de los materiales, 6.- como será la presentación, será el terminado o acabado final, que medidas finales tendrá, 7.- especificaciones de herramientas o equipo a utilizar, especificando marcas, modelos, instalaciones previas para el funcionamiento, capacidades, que tipo de accesorios y repuestos debe incluir para realizar el procedimiento, y como debe ser el proceso, 8.- se señalan las actividades, trabajos, materiales, almacenaje y disposición de los mismos (Suárez-Salazar, 2007).

De igual manera se especifica quien o quienes realizarán la fase, especificando si será por medios manuales, con herramientas y de que tipo, el tipo de equipo necesario para su correcta ejecución, o si será por medios mecánicos, señalando la maquinaria, ligera, pesada o si requiere de personal técnico capacitado o especializado (Suárez-Salazar, 2007).

De esta manera, las partidas engloban actividades similares, las cuales tienen un orden progresivo en su ejecución, son las partes que conforman el proceso constructivo, y las



especificaciones de los conceptos indican el procedimiento, generalmente siguen el orden siguiente: 1.- preliminares, 2.- terracerías, 3.- excavaciones, 4.- demoliciones, 5.- cimentaciones, 6.- elementos de concreto, 7.- estructura, 8.- albañilería, 9.- prefabricados, 10.- acabados, 11.- carpintería, 12.- cancelería, 13.- herrería, 14.- instalaciones hidráulicas, 15.- instalaciones eléctricas, 16.- iluminación, 17.- instalaciones de voz y datos, 18.- instalaciones de aire acondicionado, 19.- alta tensión, 20 sistemas de seguridad, 21.- obras exteriores, 22.- jardinería, 23.- equipos y obras especiales, 24. Pruebas de funcionamiento, 25.- limpieza general, cabe señalar que la colocación de losetas va en el paso número diez correspondiente a los acabados, la información es obtenida de la planificación realizada en el proyecto ejecutivo de obra, ahí se hacen las especificaciones y se aportan los datos que alimentan la construcción del catálogo de conceptos (Sánchez, 1977).

Ejemplo de formato para catálogo tipo

Clave	Acabados	UM	CANTIDAD	IMPORTE
AC-10	SUM.INISTRO Y COLOCACION DE PISO MARCA., MODELO; DE 30X30CM ASENTADO CON ADHESIVO INTERCERAMIC COLOR (¿??) COLOCADO CON BOQUILLA DE 3MM MCA INTERCERAMIC COLOR (¿????) INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO, ACARREOS A CUALQUIER NIVEL, FLETES, CONSUMIBLES, CORTES, DESPERDICIOS, LIMPIEZA Y RETIRO DE SOBRESALIENTES AL LUGAR DE TIRO AUTORIZADO	ML, M ² , M ³ , PIEZA, LOTE, DETALLE		EN PESOS

Elaboración propia

Las herramientas y equipo que se requiere para la colocación de losetas incluye; llanas planas metálicas, de goma, de picos, mazo de goma, niveleta, mezclera.



5.3.2 Caracterización de materiales para elaboración de losetas cerámicas

En la fabricación de losetas, baldosas o comúnmente conocidas como pisos cerámicos, porcelanizados o laminados vítreos, eran elaborados por procesos manuales basados en manipulación de agua, tierra y control de fuego. Se incluía una selección de arcillas, su trituración y mezclado, vertidos en moldes de madera, secado al natural en crudo. En una primera cocción se le confería la resistencia mecánica, su geometría y coloración, después, se aplicaban engobes¹⁰ para impermeabilizar el producto que incluía decorados y terminados vidriados previos a su segunda cocción (INSTITUT DE PROMOCIÓ CERÀMICA, 2017).

Desde mediados del siglo XIX con los cambios tecnológicos, se sentaron las bases productivas del actual modo de fabricación de losetas cerámicas, consistiendo en tres etapas, la primera es la selección y tratamiento de materias primas, después el proceso del modelado y finalmente la cocción. La preparación es por dos vías, seca y húmeda, el modelado en estado plástico es por prensado entre 250 y 500 kg/cm² permitiendo laminados más delgados cada día y finalmente la cocción de simple o doble (INSTITUT DE PROMOCIÓ CERÀMICA, 2017).

En función del origen de sus materias primas hay tres tipos, la de cerámicas rojas por su contenido de arcillas como base, las de pasta blanca que no contienen óxidos colorantes obteniendo una coloración blanco/grisácea después de la cocción, las baldosas cerámicas por el contenido de carbonatos y los procesos de cocción con temperaturas superiores a 1100°C (INSTITUT DE PROMOCIÓ CERÀMICA, 2017).

Otro aspecto importante, es la composición de materiales para la fabricación de losetas cerámicas, las cuales contienen arcillas como ingrediente básico, además de otros minerales utilizados en su proceso, tales como arenas sílice o la alúmina (SiO₂ y Al₂O₃), otros de los minerales importantes son la sílice microcristalina pura y los feldespatos (Constructor Civil, 2011).

Las arcillas son de alta plasticidad y contienen entre el 80 y el 90% de partículas menores a 0,005 mm, los granos gruesos de polvos hasta 0.14 mm, mica y arena de 0,14 a 5 mm. Entre sus principales fundentes están los carbonatos de calcio, feldespato, óxido de hierro e

¹⁰ Suspensión de materiales plásticos y no plásticos más agua, conocida como cera en el proceso de esmaltado previo a la segunda cocción, resultando el dibujo, decorado y textura cerámica de las baldosas.



hidróxido de hierro ($\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{Fe}(\text{OH})_3$) entre otros. Además, llevan materiales desgrasantes para disminuir la plasticidad y reducir la retracción al secarla, los aditivos quemantes como la hulla y el lignito¹¹ incrementando la porosidad del producto para favorecer la sinterización¹² uniforme de la pasta cerámica (Restrepo, 2011).

El esmaltado consiste en la aplicación de varias capas de vidriado con un espesor de entre 75-500 micras en la superficie de la pieza, si bien la capa es vítrea, incluye elementos cristalinos en su estructura, el vidriado contiene sílice como formador de vidrio y fundentes alcalinos, alcalinoférreos, boro, cinc, opacificantes como el circonio, el titanio y colorantes como el hierro, cromo, cobalto o manganeso (Restrepo, 2011).

Para la elaboración de cerámica de alta calidad se emplea el caolín [$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$] arcilla blanca pura resultado de la descomposición de los feldespatos de los granitos. Para su resistencia se utilizan óxidos y esmaltes, cuarzo, caolín, feldespatos alcalinos, nefelina, carbonato cálcico, dolomita, circón, wollastonita y alúmina calcinada. Formulados bajo el proceso de fritas que consiste en una fusión a altas temperaturas, generalmente entre 1,400-1,600°C, esto permiten aportar a los esmaltes materiales hidrosolubles como los compuestos de boro, plomo, nitrato sódico y potásico, con la finalidad de minimizar la toxicidad de ciertos materiales, ya que el proceso de fritado puede inertizar la composición convirtiéndola en un vidrio.

Al tratarse de materiales vítreos, aumentan el rango de cocción del esmalte. Aportan características a los esmaltes que no podrían obtenerse sin su empleo, como por ejemplo el grado de opacidad y blancura que se obtiene al utilizar fritas de circonio. Las fritas pueden clasificarse de distintas formas atendiendo a diferentes criterios: grado de fusibilidad ya sea fundentes o refractarias, y de su composición química suelen ser alcalinas, borácicas¹³, de zinc u otros, con respecto a las propiedades ópticas de los vidriados, estas dan lugar a las

¹¹ Residuo de alcohol metílico.

¹² Según la RAE es una palabra de origen alemán, *Sinter* o escoria, ceniza, producir piezas de gran resistencia y dureza calentando, sin llegar a la temperatura de fusión, conglomerado de polvos a los que se ha moldeado por presión. Proceso de fabricación de piezas sólidas moldeadas, consistente en compactar a alta presión varios polvos metálicos y / o cerámicas mezcladas homogéneamente y, una vez compactadas, realizar un tratamiento térmico, a una temperatura inferior a la de fusión de la mezcla, obteniéndose una pieza consolidada y compacta.

¹³ Relativo y concerniente al bórax o un compuesto químico del boro compuesto por el ácido bórico.



opacas, brillantes, satinadas, mates, según el tipo de proceso de fabricación de losetas o baldosas al cuál van a ser destinadas (ITC-AICE, 2011).

En general, los materiales utilizados en la fabricación de losetas cerámicas son silicatos y rocas silicatadas, los minerales son cuarzo, nefelina, talco, olivino, serpentina vermiculita, wollastonita, cromita, grafito, minerales de Li y B, zircón principalmente. Entre las rocas están las arcillas comunes, pizarras, bauxitas, diatimitas, calizas, granitos y dolomitas como se aprecia en las tablas 4 y 5 (Galán & Aparicio, 2006).

Tabla 4. Minerales para procesar productos cerámicos

	Minerales	Fórmulas	Tipos de yacimientos y frecuencia
Formas de la sílice	Cuarzo	SiO ₂	Cuarcitas, areniscas, diques de cuarzo, vidrios volcánicos. Sedimentos de precipitación química
Feldespatos	Ortoclasa Microlina	KSi ₃ O ₈ Al	Pegmatitas. Arenas de descomposición de granitos y gneises
	Plagioclasas		
Neosilicatos aluminicos y otros minerales de aluminio	Andalucita	Al ₂ OSiO ₄	Aureolas de metamorfismo de rocas ígneas en sedimentos arcillosos.
	Silimanita		Gneises. Esquistos y pegmatitas
	Distena		Pegmatitas pobres en sílice. Rocas ricas en Al metamorizadas
	Corindón	Y-Al ₂ O ₃	Pizarras aluminicas de metmorfismo regional bajo
	Pirofilita	Al ₂ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂	Rocas ultrabásicas
	Olivino	Mg ₂ SiO ₄ (forsterita)	Dolomías silicificadas. Serpentinias y olivinos alterados. Ambientes metasónicos, hidrotermal y de metamorfismo regional
	Talco	Mg ₃ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂	Rocas de Mg y Al fuertemente metamorizadas. Esquistos y gneises inyectados por rocas ígneas
Silicatos magnésicos y otros minerales de Mg	Cordierita	Mg ₂ Si ₅ AlO ₁₈ Al ₃	Series carbonatadas metamorizadas. Asociadas a serpentina. Mármoles
	Magnesita	MgCO ₃	Pegmatitas máficas. En serpentinias.
	Vermiculita	(Mg,Fe,Al) ₃ (Si,Al) ₄ O ₁₀ (OH) ₂ 4H ₂ O	Alteraciones de biotitas
	Sepiolita	Si ₁₂ O ₃₀ (OH) ₄ Mg ₈ 4H ₂ O	Rocas básicas y serpentinias alteradas. Cuencas sedimentarias continentales básicas
	Wollastonita	CaSiO ₃	Calizas impuras metamorizadas
	Grafito	C	Rocas carbonosas metamorizadas por alta temperatura
Otros minerales	Zircón	ZrSiO ₄	Placeres. Accesorios en rocas plutónicas y metamórficas ácidas
	Cromita	FeCrO ₄	Rocas ultrabásicas. Placeres

Fuente: Galán & Aparicio, 2006.



Tabla 5. Rocas para procesar productos cerámicos

Nombre de la roca	Minerología esencial	Fórmula mineral
Caolín	Caolinita y metahalloysita Halloysita Feldespato, cuarzo Illita (mica delgada y de tamaño pequeño)	$Al_4Si_4O_{10}(OH)_8$ $Al_4O_{10}(OH)_8 \cdot 4H_2O$
Arcilla refractaria	Caolinita, cuarzo, illita	
Bauxita	Gibbsita Diásporo Bohemia Cuarzo, caolinita, óxidos de Fe	$Al(OH)_3$ $\alpha-AlO(OH)$ $\gamma-AlO(OH)$
Granito	Cuarzo, feldespatos Moscovita Biotita	$KAl_2Si_3AlO_{10}(OH)_2$ $K(Al,Mg,Fe)_3Si_3AlO_{10}(OH,F)_2$
Pizarra	Cuarzo, feldespatos, illita Clorita	$(Mg,Fe,Al)_6(Si,Al)_4O_{10}(OH)_2$
Caliza	Calcita, aragonito	$CaCO_3$
Dolomita	Dolomita	$(Ca, Mg)(CO_3)_2$
Serpentina	Crisolito aragonito	$Mg_6Si_4O_{10}(OH)_8$
Arenisca, Cuarcita	Cuarzo	
Arcillas cerámicas	Cuarzo, calcita, dolomita, caolinita, illita, clorita, vermiculita, óxidos de Fe, montmorillonita	$(Al,Mg,Fe)_2(Si,Al)_4(OH)_2O_{10} \cdot X_{+07} \cdot nH_2O$

Fuente: Galán & Aparicio, 2006.



5.3.3 Caracterización de materiales adhesivos para losetas

Para la colocación de losetas se utilizan materiales cementantes, adhesivos o pegamentos que generalmente vienen en polvo y son conocidos como pega-azulejo o por sus nombres comerciales, su presentación es en bultos de 20 kg, seco y su preparación requiere en ocasiones de algunas arenas finas o agregados pétreos de granulometría controlada como el cero fino o el cero grueso, dependiendo del espesor de la capa de asentamiento. En la mayoría de los casos solamente se agrega agua al cemento o adhesivo, y cuando así lo requiere algún agregado fino o una terciarización de cemento gris tipo portland puzolánico.

La preparación de la pasta o mezcla se hace en obra, específicamente *in situ*, y previo a su utilización, dado que posterior a su secado se endurece, para retardar o acelerar el endurecimiento se agregan aditivos o sustancias químicas que le otorgan dichas propiedades, en el proceso existen varios pasos y dependiendo de ellos es el tipo de material a utilizar, por en la;

1.- preparación se utiliza mortero de asentamiento para nivelar la base, algún aditivo para mejorar la adherencia, mezclas que otorgan volumen o aplicaciones selladoras para proteger las losetas, 2.- en la instalación se utiliza ya el pegazulejo que es el adhesivo para unir la loseta con la base, algunas ocasiones se le agrega alguna arena fina como se mencionó anteriormente, 3.- en el emboquillado se realizan dos procesos, como las piezas de loseta conforman un damero o cuadrícula, los espacios entre una y otra llevan, si su separación es mayor a 3 mm, se le llama boquilla y se emplea un material especial para emboquillar, cuando la separación excede los 3 mm, se utiliza otro material distinto para la junta, para boquillas que requieran mayor resistencia se utilizan materiales químicos que generalmente son epóxicos, los cuales le otorgan propiedades de resistencia a agentes químicos, impactos o manchas, para juntas que requieran un sistema de juntas flexible que soporte micro movimientos estructurales o choques térmicos o evitar desprendimientos, se utilizan materiales espumosos de consistencia plasmática que con el secado se plastifican. Para el terminado y el 4.- mantenimiento se utilizan líquidos de origen químico que contienen ácidos, generalmente clorhídricos conocidos como ácido muriático, sirven para limpiar, proteger de sustancias líquidas, o de aceites, o contra la humedad (LAMOSA, 2014).



A los materiales señalados, tienen compuestos químicos que incluyen resinas para la adherencia, selladores epóxicos, aditivos elastoméricos, fluoropolímeros, hidrofugantes, impregnadores que modifican la tensión, impregnantes que limitan la absorción, látex que son dispersores para partículas finas, morteros, polietilenos, polisulfuros, poliuretanos, los cuales pueden ser aspirados, inhalados, impregnados por contacto físico, derrames o sublimación en lugares cerrados.

De igual manera, al realizar cortes o despieces de las losetas, se puede hacer por dos formas, una con cortadora manual de disco diamantado o con cortadora eléctrica que pone a prueba el PEI¹⁴ del material. Otro aspecto es la de la proporcionalidad de las mezclas, dado que dependiendo de eso, de los ingredientes o de los aditivos anexados, su coeficiente de pH puede variar la acidez de la mezcla utilizada (LAMOSA, 2014).

Generalmente los cementantes en polvo contienen arenas sílicas, resinas sintéticas con capacidades elastoméricas, compuestos como el hidroxietilmetacrilato (HEMA), metoxifenol (MEHQ), Hidroperóxido de cumeno (CHPO), según la clasificación de peligrosidad de la directiva CE 99/45 de la normatividad europea tales materiales generan reacciones irritantes u obstrucción de las vías respiratorias (MAPEI, 2017).

De los embalajes de los materiales utilizados en la colocación de loseta cerámica

Otro aspecto a resaltar, es el embalaje de los productos utilizados en la colocación de losetas, como se mencionó anteriormente, hay diversos productos que se emplean en dicho proceso, tales como; embalajes, bolsas de plástico, cartón, flejes metálicos y plásticos entre otros, de los cuales no hay estimaciones aproximadas ni registro de destino final o tratamiento. Debido a la no accesibilidad a los lugares de trabajo o construcciones, no se pudo realizar una estimación, solamente se señalan para mencionar la existencia de este otro subproducto.

¹⁴ Unidad de medida de la resistencia a la abrasión de un recubrimiento



CAPÍTULO VI Impactos de los RCD

6.1 Impactos de los residuos en el ambiente

La consecuencia de los impactos se ve reflejada en la degradación ambiental de nuestro entorno actual, al aumentar la temperatura del planeta aproximadamente 1.2°C, se ha originado una serie de desequilibrios que agudizan los eventos extremos, poniendo en riesgo no solo la armonía del medio ambiente, sino la supervivencia del ser humano. Por lo tanto, el proceso de urbanización representa la mayor alteración humana a los ecosistemas terrestres, pero que al mismo tiempo influyen otros cercanos como son los relacionados con el agua afectando por supuesto la vida vegetal y animal asociada a él (Foster, 2017).

Los componentes que impactan al ozono (SAO) provienen generalmente de los envases de unicel, así como, propulsores de aerosoles para el cabello, en algunas pinturas y desodorantes, plaguicidas, así como en refrigeradores y climas artificiales contribuyen, al ser liberadas a la atmósfera, contribuyen al adelgazamiento de la capa de ozono. Cuando los envases de estos productos son desechados de manera inadecuada se convierten en fuentes de emisión de SAO (Cortinas, 2006).

Además de la atmósfera, la contaminación se refleja en los suelos y cuerpos de agua, dado que la descomposición de los residuos y su contacto con el agua puede generar lixiviados, que son los líquidos formados por la reacción, arrastre o filtrado de los materiales que contienen, ya sea en forma disuelta o en suspensión, dichas sustancias se infiltran en los suelos o escurren fuera de los sitios de depósito, provocando su deterioro y representando un riesgo para la salud humana y de los demás organismos.

Derivado de las argumentaciones anteriores, la generación de residuos adquiere relevancia dado el volumen actual en toneladas, como se mencionó con anterioridad, asociados al modo de producción y las aglomeraciones humanas concentradas en ciudades. Según datos del portal Infobae, con fecha del año 2017, se produjeron 9,411,912,960 toneladas de residuos entre el año 2012 y 2017, de los cuales casi el 50% permanecerá inalterable, sin la intervención de ningún tipo de proceso: la basura quedará tal como fue arrojada sin ser reciclada, recogida o procesada.



La generación de RCD pueden generar impactos a la salud en los trabajadores del ramo debido al manejo o exposición, y ambientales como la degradación y erosión de suelos, destrucción de la vegetación, contaminación de afluentes o mantos hídricos o bien la pérdida de los servicios ambientales, en este sentido, los procesos de restauración o remediación buscan la integridad ecológica de áreas dañadas, lo cual puede incluir reacondicionamiento físico, químico o biológico en los suelos degradados. Además, debemos considerar las condicionantes legislativas y normativas de la localidad, los recursos financieros, humanos, técnicos y tecnológicos para tal efecto (Mejía *et al*, 2015).

De los aspectos señalados, la consideración jurídica en la LGPGIR considera que el *Riesgo* es la probabilidad o posibilidad de que el manejo, la liberación al ambiente y la exposición a un material o residuo, ocasionen efectos adversos en la salud humana, en los demás organismos vivos, en el agua, aire, suelo, en los ecosistemas, o en los bienes y propiedades pertenecientes a los particulares en el artículo 5º fracción XXVI, así mismo, considera que, la *Vulnerabilidad* es el conjunto de condiciones que limitan la capacidad de defensa o de amortiguamiento ante una situación de amenaza y confieren a las poblaciones humanas, ecosistemas y bienes, un alto grado de susceptibilidad a los efectos adversos que puede ocasionar el manejo de los materiales o residuos, que por sus volúmenes y características intrínsecas, sean capaces de provocar daños al ambiente en su apartado XLV (Diario Oficial de la Federación, 2006). De esta manera, los impactos toman forma jurídica y se fincan responsabilidades y obligaciones a los generadores de residuos.

En este contexto, al menos para el caso de México, los costos por agotamiento y degradación ambiental, están registrados por el INEGI, haciendo un balance comparativo con respecto al PIB, el análisis comparativo de gasto, costo y producción, además de la relación porcentual entre estos, nos otorga un panorama en términos económicos de las consecuencias no previstas o estimadas por malas prácticas productivas, administrativas, de manejo o de gestión de residuos, de producción industrial sin cumplir leyes y normas de manera adecuada. Además, que tal comportamiento le reporta gastos al estado para mitigar o resarcir los efectos nocivos de tales asimetrías.

Para explicar lo anterior en términos monetarios, se revisaron los datos reportados en las Cuentas Económicas y Ecológicas de México (SCEEM) nos dan un panorama general del estado del impacto al medio ambiente y los recursos naturales como consecuencia de las



actividades antropogénicas, relacionadas directamente con las variables macroeconómicas del país y obteniendo el Producto Interno Neto Ajustado Ambientalmente (PINE), a través de la determinación del monto de los costos por el agotamiento de los recursos naturales y la degradación del medio ambiente. De igual manera, se estima el gasto del sector público a favor del medio ambiente para la prevención, control, reducción o eliminación de la contaminación generada por las actividades de producción, distribución y consumo. Dentro de los cómputos del Marco de las Cuentas Satélite y vinculado al Marco Central de la Contabilidad Nacional ver en las tablas , 6, 7, 8 y 9 (INEGI, 2017).

Tabla 6. Relación de costos-gasto ambiental proporcional al PIB¹⁵

Año	PIB a precios de mercado	PIB Ecológico (PIBE)	Costos totales de agotamiento y degradación ambiental (CTDA)	Gastos en protección ambiental (GPA)	PIBE/ PIB	CTADA/ PIB
2003	7 696 035	7 047 977	648 058	44 807	91.6	8.4
2004	8 690 254	7 992 899	697 356	50 177	92.0	8.0
2005	9 424 602	8 665 728	758 874	57 009	91.9	8.1
2006	10 520 793	9 719 936	800 857	64 796	92.4	7.6
2007	11 399 472	10 543 335	856 137	80 256	92.5	7.5
2008	12 256 864	11 341 867	914 997	97 066	92.5	7.5
2009	12 072 542	11 240 537	832 005	121 004	93.1	6.9
2010	13 266 858	12 391 984	874 874	126 176	93.4	6.6
2011	14 527 337	13 598 228	929 109	145 941	93.6	6.4
2012	15 599 271	14 612 663	986 608	146 936	93.7	6.3
2013	16 078 960	15 169 821	909 139	143 291	94.3	5.7
2014	17 217 016	16 326 057	890 968	146 884	94.8	5.2
2015	18 194 758	17 287 285	907 473	141 933	95.0	5.0

Elaboración propia, fuente SCNM, INEGI 2017.

¹⁵ PIB: Producto Interno Bruto. PIBE: Producto Interno Bruto Ecológico. CTADA: Costos totales por agotamiento y degradación ambiental. GPA: Gastos en protección ambiental. Cifras preliminares a partir del 2014.



Del mismo análisis, se desprende el comportamiento del agotamiento y degradación por afectación a los recursos de manera desagregada, considerando los montos económicos y relacionando su valor porcentual aproximado.

Tabla 7. Costos por agotamiento y degradación, año 2015¹⁶

Concepto	Millones de pesos	de	Agotamiento (porcentaje)	Degradación (porcentaje)
PIB	18 194 758		0.4	
Hidrocarburos	79 175		0.1	
Recursos forestales	15 658		0.2	
Agua subterránea	27 883			
Contaminación del aire	577 698			3.2
Contaminación de agua	577 403			0.3
Residuos sólidos	61 253			0.3
Suelo	88 402			0.5

Elaboración propia, fuente SCNM, INEGI 2017.

Tabla 8. Gastos en protección ambiental como proporción del PIB¹⁷ 2003 a 2015

¹⁶ Cifras preliminares, las sumas de los parciales puede no coincidir con los totales debido al redondeo de las cifras.

¹⁷ A precios básicos en millones de pesos y porcentaje. Cifras preliminares del 2014.



Año	PIB a precios básicos	Gastos en protección ambiental/ PIB a precios básicos
2003	7 302 821	0.6
2004	8 299 895	0.6
2005	9 028 899	0.6
2006	10 120 003	0.6
2007	10 962 144	0.7
2008	11 941 199	0.8
2009	11 568 456	1.0
2010	12 723 475	1.0
2011	14 021 257	1.0
2012	15 116 998	1.0
2013	15 444 778	0.9
2014	16 314 300	0.9
2015	17 126 791	0.8

Elaboración propia, fuente SCNM, INEGI 2017.

La relación del incremento del PIB con respecto al gasto de protección ambiental es diferencial, en términos nominativos ha incrementado estrechamente. El crecimiento del PIB registra cerca del 235%, en contraparte, si bien el gasto en protección ambiental se ha incrementado, no guarda la proporción de crecimiento comparativo de la economía, este solamente ha crecido 133%, es decir; cerca de la mitad que el PIB, y a partir del año 2012 va en descenso.

Tabla 9. Costo de mitigación de emisiones atmosféricas respecto al PIB, 2003 a 2015¹⁸

¹⁸ Cifras preliminares del 2014



Año	PIB a precios de mercado	Costos de mitigación	Costos de mitigación/ PIB a precios de mercado
2003	7 696 035	434 221	5.6
2004	8 690 254	448 256	5.2
2005	9 424 602	459 564	4.9
2006	10520 793	465 155	4.4
2007	11 399 472	477 757	4.2
2008	12 256 864	467 155	3.8
2009	12 072 542	498 206	4.1
2010	13 266 858	498 763	3.8
2011	14 527 337	511 804	3.5
2012	15 599 271	546 741	3.5
2013	16 078 960	548 345	3.4
2014	17 217 016	541 956	3.1
2015	18 194 758	577 698	3.2

Elaboración propia, fuente SCNM, INEGI 2017.

En la figura anterior se puede apreciar que si bien, los montos de inversión para la mitigación han ido en aumento desde el año 2003, hasta el 2015, el incremento del PIB es mayor respecto al costo, que es discreto, en contraste, el porcentaje de inversión relativo al PIB va en descenso descontando poco más de dos puntos porcentuales.



6.2 Impactos de los residuos en la salud

La industria de la construcción es un sector relevante de la economía del país, generan inversiones y crean empleos, generalmente es vinculada al progreso o desarrollo, sus actividades son tan diversas que abarcan diferentes ámbitos, de entre ellas sobresale la construcción de vivienda de interés social, obras de equipamiento urbano entre otros. Es el sector que más mano de obra absorbe, se estiman 5.6 millones de empleos y 2.8 millones de puestos de trabajo indirecto, representa el 6.7% del PIB y es la sexta actividad económica, impacta a 63 de las 79 ramas productivas. En este sentido, por cada \$100.00 en la construcción, \$43 son para compra de servicios y materiales (CMIC, 2014).

Ante la importancia del sector como generador de empleos, el Programa de la Construcción del Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) ofrece liderazgo a nivel nacional e internacional para prevenir enfermedades, lesiones, discapacidad y muertes relacionadas con el trabajo. Su metodología consiste en recolectar y sistemáticamente datos, realizar investigaciones científicas y la aplicación del conocimiento obtenido en la creación de productos, soluciones y servicios del sector de la construcción (NIOSH, 2012).

De los datos aportados por el instituto, se toma nota de los aspectos relacionados a la salud de los trabajadores del ramo, involucrados en la parte del proceso de colocación de losetas cerámicas, en las viviendas de interés social en el Estado de Morelos. En concordancia con la identificación de las sustancias utilizadas para la fabricación de losetas, los materiales para su colocación y aquellos que resultan de la parte de limpieza en el trabajo final del proceso de post colocación, se señalan algunas materias primas contenidas en los productos o procesos antes mencionados y sus posibles implicaciones a la salud.

Sílice cristalina

Uno de los problemas más graves asociado a ciertos materiales de la construcción es la silicosis, es una enfermedad pulmonar obstructiva crónica, causada por respirar polvo que contiene sílice cristalina. El término "sílice respirable" se usa para designar partículas de sílice lo suficientemente pequeñas como para ser inhaladas y que se depositan en las partes más profundas de los pulmones (DHHS-NIOSH, 1996).



La forma cristalina de la sílice (óxido de silicio) es el cuarzo, y se encuentra en la corteza terrestre, también puede resultar de cualquier proceso que involucra movimiento de la tierra, como la minería, la agricultura y la construcción (Greskevitch *et al*, 1992). También se encuentra en productos prefabricados como ladrillos, losetas, cemento, y el asfalto, en pinturas, barnices, revestimientos, tejas de cemento, vidrio, los plásticos, y en productos de limpieza.

La exposición a la sílice cristalina respirable está asociada con el cáncer pulmonar, la tuberculosis pulmonar y las enfermedades de la vía respiratoria, y puede estar asociada a patologías autoinmunes, enfermedad renal crónica, resultando un problema crítico. Por ejemplo, China registró más de 50,000 casos de silicosis entre los años 1991-1995. En Brasil, el estado de Minas Gerais computó más de 4,500 casos de silicosis en trabajadores, en India, millones de trabajadores están en riesgo. En 1995, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Internacional del Trabajo (OIT) iniciaron una campaña para eliminar la silicosis en el mundo para el año 2030. En el año 2005, la OMS y la Organización Panamericana de la Salud (OPS), la OIT, y el Ministerio de Salud de Chile solicitaron asistencia técnica a NIOSH para eliminar la silicosis en la Región (CDC; NIOSH, 2011).

Asbesto

Es un grupo de seis materiales fibrosos diferentes, amosita, crisolita, crocidolita y las formas fibrosas detremolita, actinolita, y antofilita, que están en forma natural en el ambiente. Los minerales de asbesto tienen fibras largas y resistentes que se pueden separar y son suficientemente flexibles como para ser entrelazadas y también resisten altas temperaturas. Por sus características, el asbesto se ha usado para una gran variedad de productos manufacturados, principalmente en materiales de construcción como tejas para techado, baldosas y azulejos, productos de papel y productos de cemento con asbesto. Este material afecta a los pulmones y a la membrana que los envuelve, la pleura. Respirar altos niveles de fibras de asbesto por tiempo prolongado puede producir lesiones que parecen cicatrices en el pulmón y la pleura. La gente con asbestosis tiene dificultad para respirar, con tos, y en casos graves sufre dilatación del corazón. La asbestosis es una enfermedad grave que eventualmente puede producir incapacidad y la muerte (ATSDR, 2011).



Cinc

Elemento que se encuentra en la corteza terrestre, en el aire, el suelo y el agua, tiene muchos usos comerciales como revestimiento para prevenir corrosión, en compartimientos de baterías secas y, mezclado con otros metales, para fabricar aleaciones como el latón y bronce, se combina con otros elementos para formar compuestos de cinc. tales como cloruro de cinc, óxido de cinc, sulfato de cinc y sulfuro de cinc, que son utilizados para hacer pinturas, caucho, y tinturas. Las personas con riesgo, son aquellas que trabajan en la construcción, en mineras, fundiciones, en cerámicas y tinturas. Puede provocar enfermedades de corta duración como calambres, náusea, vómitos, anemia o e inclusive ocasionar esterilidad (ATSDR, 2005).

Plomo

Es un metal pesado, de baja temperatura de fusión, de color gris-azulado que ocurre naturalmente en la corteza terrestre. Generalmente es utilizado para fabricar pigmentos en pinturas y barnices para cerámicas. Para minimizar los efectos nocivos del plomo sobre seres humanos y animales, se ha limitado su uso.

Las afecciones a la salud, son principalmente al sistema nervioso, también puede producir debilidad en los dedos, las muñecas o los tobillos, producir anemia, daños al cerebro, los riñones y causar esterilidad o la muerte (ATSDR, 2017).

Polvos de morteros

Los trabajadores de la construcción, generalmente están expuestos a inhalar polvos de mortero en todas las etapas de la construcción, el asentamiento de las losetas se hace con una mezcla de agregado fino y un adhesivo denominado pegazulejo. Pueden estar expuestos a la sílice cristalina en concentraciones hasta 100 veces más alta del límite recomendado por NIOSH de $50\mu/m^3$ para prevenir enfermedades pulmonares. No hay tratamiento, pero si hay tácticas de prevención como las buenas prácticas laborales y el uso de equipo de seguridad y herramientas adecuadas (NIOSH; DHHS, 2008).



Ácido clorhídrico

El cloruro de hidrógeno o comúnmente llamado ácido muriático, se emplea para limpiar pisos cerámicos, losetas o azulejos, su uso es común en la construcción, pero se desconocen sus daños o consecuencias a la salud. Es un gas incoloro o ligeramente amarillento, corrosivo, no inflamable, más pesado que el aire, de olor fuertemente irritante, expuesto al aire genera vapores muy corrosivos.

Puede producir irritación en tejidos al contacto, irritación en garganta, espasmos y asfixia, quemaduras en los ojos y la piel, las reacciones inflamatorias son conocidas como síndrome de malfuncionamiento reactivo de vías respiratorias *RADS (que es un tipo de asma causado por sustancias corrosivas. En exposiciones elevadas puede producir estrechamiento de bronquios, acumulación de agua en los pulmones y hasta la muerte (ATSDR, 2002).



6.3 Conclusiones

En términos generales, el ramo de la construcción es primordial para sostener la dinámica del actual del modo de producción económica, los asentamientos urbanos son la materialización del capital donde se asienta la mayor cantidad de población.

La mayor cantidad de residuos generados son de origen urbano, dadas las concentraciones de población y sus hábitos de consumo, de esta manera, dichos entornos enfrentan la problemática de manera directa.

El comportamiento de consumo y generación de residuos del Estado de Morelos es similar al de otras entidades. Enfrentando problemas similares con algunas características particulares de la región, como el tipo de insumos relacionados a la construcción de viviendas, que son en su mayoría de carácter industrial.

En conclusión, hay una generación de residuos no clasificados o caracterizados, provenientes de la colocación de losetas cerámicas en las casas-habitación de interés social en el Estado de Morelos, existe una actividad relevante en la construcción de este tipo de viviendas, según datos censales, se construyeron cerca de 20,000 viviendas de ese tipo.

En el año de 2014 ya existía un compromiso por parte de la CMIC para elaborar un plan de manejo de residuos provenientes de la construcción, sin embargo, se encontraron datos de la caracterización general por volumen u obra gruesa, no así por partidas constructivas.

Del análisis de generación de residuos, tenemos que en el año 2015 se produjeron 5,958.472 m³ al año. Considerando que el peso volumétrico de los cementantes es de entre 2.1 y 1.9 ton/m³ que incluye los de loseta cerámica, tenemos un peso aproximado de 12,512.79 ton.

Si, se considera que se debe de elaborar un plan de manejo para todas las actividades de la construcción que generen más de 80 m³, en este sentido, está por demás lo señalado en la NORMA Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011,¹⁹

¹⁹ 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.



No se encontró algún plan de manejo o la disposición de residuos provenientes de la construcción en las viviendas de interés social elaboradas en el Estado de Morelos en el año 2015, tampoco información de sitios para disposición final.

Respecto a los impactos ambientales, estos pueden ser variados y diferenciados, que golpean directamente al suelo, ya sea por deterioro o desgaste, sin embargo; para el presente trabajo, se abordan los costos por agotamiento y degradación ambiental, registrados por el INEGI, en un balance comparativo con respecto al PIB. Es decir, si bien hay un costo ambiental invaluable, al hablar en términos económicos se observa, que el costo para mitigación ambiental se ha incrementado cerca del 34%. A pesar de tal panorama, hay condiciones de riesgo y vulnerabilidad.

Es decir, hay un incremento de inversión para mitigar o resarcir daños ambientales en términos brutos pero su relación proporcional con respecto al PIB decrece de manera paulatina hasta resultar una representación de gasto ínfimo que no responde a las proporciones de daños ocasionados por las actividades económicas de reproducción capitalista.

En este sentido, de acuerdo a la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR) la información existente de diversos materiales y sus afectaciones a la salud de las personas, se señalarán algunos aspectos utilizando su base de datos, solamente se señalarán algunas afectaciones que darían pie para hacer un trabajo más extenso en un segundo momento.

En estos términos, los impactos más severos de la actividad de la construcción y en particular los residuos generados en la colocación de losetas cerámicas en las viviendas de interés social, están asociadas las enfermedades pulmonares obstructivas crónicas, el cáncer pulmonar, la tuberculosis pulmonar y las enfermedades de la vía respiratoria, que pueden estar asociada a patologías autoinmunes y enfermedades renales crónicas.

Entre otras afecciones a la salud, están la asbestosis es una enfermedad grave que eventualmente puede producir incapacidad y la muerte. Alteraciones al sistema nervioso, que



puede producir debilidad en los dedos, las muñecas o los tobillos, producir anemia, daños al cerebro, los riñones y causar esterilidad o la muerte

En este sentido, de acuerdo a la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR) existe información en su base de datos de diversos materiales y sus afectaciones a la salud de las personas, por tanto, se señalarán algunos aspectos utilizando su base de datos, no es la intención de abordar a fondo tales aspectos, solamente señalar para hacer un trabajo en un segundo momento o ampliarlo más adelante.

De igual manera, se aprecia que la generación de residuos responde a patrones de consumo de incentivados por el actual modo de producción y su lógica de reproducción, la cual debe darse de manera constante, ininterrumpida y acumulativa. La mayor cantidad de residuos es producida en los entornos urbanos dada la concentración de población por su crecimiento natural y social, si bien en los países desarrollados se generan los de tipo inorgánicos principalmente y en los estados no desarrollados los de carácter orgánico, para el caso de la industria de la construcción el comportamiento es distinto como se explica a continuación.

La industria de la construcción utiliza el sistema fordista²⁰ de producción industrial, su aplicación consiste en la estandarización de materiales utilizados en su proceso, tales insumos son de carácter no orgánico principalmente. De esta manera, los residuos que se generan, son derivados de productos altamente procesados, además, el tipo de producto final, en este caso viviendas responden a un modo de producción lítica, es decir de perfil pétreo o sólido, tales subproductos generan mayores impactos ambientales, y como se aprecia en la información anterior, el aspecto negativo más relevante es en la salud de los trabajadores del ramo.

La dinámica del sistema capitalista se desempeña a un ritmo distinto a los tiempos sociales y de la propia naturaleza, es decir; se producen cantidades de residuos que los ecosistemas no tienen la capacidad de asimilarlos de manera eficiente, de esta manera se generan asimetrías ambientales que impactan de manera negativa tanto al medio ambiente como a los humanos.

²⁰ Modo de producción en serie que agiliza los tiempos y eficientiza el sistema



Por lo tanto, el modo de producción, los patrones de consumo y el tipo de materias primas para la construcción generan subproductos altamente procesados difíciles de digerir por los ecosistemas y ser metabolizados de manera eficiente por este. En el caso de la industria de la construcción, a pesar de existir leyes, normas, instituciones, reglas y reglamentos en el Estado de Morelos, no hay indicios todavía de la elaboración de un Diagnóstico Básico ni Plan de Manejo.

En el ámbito de sanidad, tampoco se encontraron registros de protocolos de seguridad sanitaria o industrial que permitan cuidar de la salud o prevengan accidentes sanitarios en el proceso constructivo de viviendas o de la construcción en general. Entonces, hace falta trabajar y presionar a las autoridades para que iniciemos con el resarcimiento de daños ocasionados al ambiente y la salud de las personas involucradas en el ramo.

En última instancia, el análisis del presente trabajo registra que la industria de la construcción es una fuente generadora de residuos considerable, tanto por la estimación volumétrica, como por caracterización, tipo de subproductos, y la variedad de presentación de estos, de manera particular; los provenientes de la colocación de losetas cerámicas en la elaboración de viviendas de interés social. Este tipo de derivados tienen una presentación granulométrica tipo talco, y dados los impactos en materia de salud, debieran ser considerados no de manejo especial sino como residuos peligrosos.



Bibliografía

- Clark, C., Jambeck, J., & Townsend, T. (January de 2007). A review of Construction and Demolition Debris Regulations in the United States. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 36(2), 141-186.
- Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción. (01 de diciembre de 2008). CMIC. Recuperado el 08 de junio de 2017, de CMIC: <http://www.cmic.org.mx/comisiones/sectoriales/infraestructurahidraulica/noticias/cdetaIle.cfm?seleccion=1083>
- LAMOSA, C. (2014). *Asesoría Técnica CREST*. Monterrey: CREST LAMOSA.
- CDC; NIOSH. (2011). *CDC - NIOSH Program Portfolio : Global Collaborations : Asistencia Técnica Internacional*. NIOSH, Centro para el Control y Prevención de Enfermedades. Atlanta: NIOSH.
- Ceceña, A. E. (2013). Subvertir la modernidad para vivir bien (o de las posibles salidas de la crisis civilizatoria). En R. Ornelas, *Crisis civilizatoria y superación del capitalismo* (págs. 91-128). México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México; Instituto de Investigaciones Económicas.
- Leeds, U. o., & Association, I. S. (28 de ENERO de 2018). *WASTE ATLAS*. Obtenido de WASTE ATLAS: <http://www.atlas.d-waste.com>
- Lipovetsky, G. (2007). *La felicidad paradójica. Ensayo sobre la sociedad hiperconsumo*. Barcelona: Anagrama.
- CMIC. (2014). *Plan de manejo de residuos de la construcción y la demolición*. México D.F.: CMIC.
- CMIC. (2014). *Plan de manejo de residuos de la construcción y la demolición; guía rápida de apoyo al constructor*. México D.F.: CMIC.
- CONAPO. (2013). *Proyecciones de la población de México 20102050 y estimaciones 1990-2009*. México D.F.: CONAPO.
- CONAREVI. (2011). *La situación de la vivienda en México: Síntesis de Problemática y Propuestas. Estadísticas*. México D.F.: CONAREVI.
- CONAVI. (2016). *Reporte Mensual del Sector Vivienda - Septiembre 2016*. CONAVI, Comisión Nacional de Vivienda. Ciudad de México: CONAVI, Comisión Nacional de Vivienda.



- CONAVI, SEGOB, & SNIIV. (2014). *Rezago Habitacional - Nacional (Número de Hogares)*. México D.F.: CONAVI.
- Constructor Civil. (01 de enero de 2011). *Materias Primas de los Productos Cerámicos*. Recuperado el 24 de junio de 2017, de www.elconstructorcivil.com.
- Cortinas, C. (2006). *Bases para Legislar la Prevención y Gestión Integral de Residuos*. (S. d. SEMARNAT, Ed.) México D.F.: SEMARNAT.
- Aldana, J., & Serpell, A. (agosto de 2012). Temas y tendencias sobre residuos de construcción y demolición: un metaanálisis. *Revista de la Construcción*, 11(2), 4-16.
- Alonso, L. (2005). *La era del consumo*. Madrid: Siglo XXI.
- Asenjo, M. Á. (2008). *Los residuos de construcción y demolición*. Confederación nacional de la Construcción, Congreso Nacional del Medio Ambiente. Madrid: Confederación nacional de la Construcción CNC.
- ATSDR. (2002). *Cloruro de hidrógeno CAS# 7647-01-0*. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, División de Toxicología ToxFAQs. Atlanta: ATSDR.
- ATSDR. (2005). *CINC CAS#7440-66-6*. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, División de Toxicología ToxFAQs. Atlanta: ATSDR.
- ATSDR. (2011). *Asbesto, CAS# 1332-21-4*. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, División de Toxicología ToxFAQs. Atlanta: ATSDR.
- ATSDR. (2017). *Resúmenes de Salud Pública. Plomo (Lead). CAS# 7439-92-1*. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Agency for Toxic Substances and Disease Registry; Division of Toxicology and Human Health Sciences. Atlanta: ATSDR.
- Bermejo, R. (2014). *Del Desarrollo Sostenible según Brundtland a la sostenibilidad como biomimesis*. Bilbao: Hegoa.
- del Río, M., Izquierdo, P., & Santa Cruz, J. (enero-marzo de 2010). La regulación jurídica de los residuos de construcción demolición (RCD) en España. El caso de la Comunidad de Madrid. *Informes de la Construcción*, 62(517), 81-86.
- DHHS-NIOSH. (1996). *Silicosis - El trabajo con tejas de cemento: el peligro de la sílice*. Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional, Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU. Atlanta: NIOSH; DHHS.
- Diario Oficial de la Federación. (2003). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos*. México D.F.: Diario Oficial de la Federación.
- Diario Oficial de la Federación. (2004). *NORMA Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003*. Mexico D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.



- Diario Oficial de la Federación. (2006). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos*. México D.F.: Diario Oficial de la Federación.
- Diario Oficial de la Federación. (2013). *NORMA Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011*. México D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Díaz Cano, M., & Díaz Cano, E. (2009). El lado oscuro de la sociedad actual: los residuos. *BARATARIA. Revista Castellano-Manchega de Ciencias sociales*(10), 123-140.
- Domínguez, J., & Martínez, L. (2007). Reinserción de los residuos de construcción y demolición al ciclo de vida de la construcción de viviendas. *Ingeniería*, 3(11), 43-54.
- Dos Santos, E. (2007). *Aplicação de resíduos de construção e demolição reciclados (RCD-R) em estruturas de solo reforçado*. São Paulo: Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos.
- El Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social . (2010). *Secretaría de Gobernación*. (CONEVAL, Editor, CONEVAL, Productor, & CONEVAL) Recuperado el 03 de Junio de 2017, de Secretaría de Gobernación: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/45716/Morelos_004.pdf
- Ekanayake, L., & Ofori, G. (July de 2004). Building waste assessment score: design-based tool. *Building and Environment*, 39(7), 851-861.
- FAO. (5 de Marzo de 2014). *Global land cover network*. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nation. Recuperado el 30 de Marzo de 2017, de Global land cover network: http://www.glcn.org/databases/lc_glcshare_results_en.jsp
- Foster, J. B. (2000). *Marx's ecology. Materialism and nature*. New York: Mounthly Review Press.
- Galán, E., & Aparicio, P. (2006). Materias primas para la industria cerámica. *Seminarios de la Sociedad Española de Mineralogía*, 2, 31-48.
- Gaceta Oficial del Distrito Federal. (2015). *Norma ambiental para el Distrito Federal NADF-007-RNAT-2013, que establece la clasificación y especificaciones de manejo de residuos de la construcción y demolición, en el Distrito Federal*. México D.F.: Secretaria del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal.
- Greskevitch, M., Turk, A., Dieffenbach, A., Roman, J., Groce, D., & Hearl, F. (1992). Quartz analyses of the bulk dust samples collected by the National Occupational Health Survey of Mining. *Applied occupational and environmental hygiene*, 7(8), 527-531.
- GTZ; COMIA. (2003). *La basura en el limbo: Desempeño de los Gobierno Locales y Participación Privada en el Manejo de Residuos Urbanos*. México D.F.: Agencia de Cooperación Técnica Alemana, Comisión Mexicana de Infraestructura Ambiental.



- Halliday, S. (2008). *Sustainable Construction*. Slovenia: Butterworth-Heinemann.
- Hao, J., Hills, M., & Huang, T. (2007). A simulation model using system dynamic method for construction and demolition waste management in Hong Kong. *Construction Innovation*, 7(1), 7-21.
- Huang, W. L., Lin, D. H., Chang, N., & Lin, K. (2002). Recycling of construction and demolition waste via a mechanical sorting process. *Resources Conservation & Recycling*, 37(1), 23-37.
- INAFED. (6 de junio de 2017). *INAFED*. Obtenido de Enciclopedia de los Municipios y las Entidades:
<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM17morelos/municipios/17018a.html>
- INAFED. (3 de junio de 2017). *INAFED*. Obtenido de Enciclopedia de los Municipios y delegaciones de México:
<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM17morelos/index.html>
- INEGI. (2010). *Censo Nacional de Población y Vivienda*. Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística y Geografía .
- INEGI. (2011). *Anuario Estadístico Estatal*. Aguascalientes: INEGI.
- INEGI. (2012). *Sistema de Cuentas Nacionales de México*. Aguascalientes: INEGI.
- INEGI. (2015). *Principales resultados de la Encuesta Intercensal 2015* . Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. (2015). *Resultados definitivos de la Encuesta Intercensal 2015*. Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. (2015). *Tabulados de la Encuesta Intercensal 2015*. Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. (2016). *anuario estadístico de Morelos*. Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. (2016). *Anuario estadístico y geográfico de Morelos 2016*. Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. (2016). *Dirección General de Estadísticas Sociodemográficas. Encuesta Intercensal 2015*. Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. (2016). *Estadísticas a propósito del día mundial del medio ambiente*. INEGI. Aguascalientes: INEGI.
- INEGI. (2017). *Cuentas Económicas y Ecológicas de México*. Aguascalientes: INEGI.



- INFONAVIT. (2006). *Disposiciones y reglamento de vivienda 2006*. Instituto Nacional de Fomento a la Vivienda de los Trabajadores, Subdirección General Técnica y de Delegaciones, Gerencia de Valuación Inmobiliaria. México D.F.: INFONAVIT.
- INSTITUT DE PROMOCIÓ CERÀMICA. (15 de noviembre de 2017). *El proceso de fabricación y las clasificaciones técnicas*. Recuperado el 15 de noviembre de 2017, de INSTITUT DE PROMOCIÓ CERÀMICA: http://www.ipc.org.es/guia_colocacion/info_tec_colocacion/los_materiales/baldosas/clas_com_tec.html
- INSTITUT DE PROMOCIÓ CERÀMICA. (2017). *El proceso de fabricación y las clasificaciones técnicas*. INSTITUT DE PROMOCIÓ CERÀMICA. Castellón: INSTITUT DE PROMOCIÓ CERÀMICA.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2017). *México en cifras*. (INEGI, Editor, INEGI, Productor, & INEGI) Recuperado el 03 de Junio de 2017, de México en cifras: <http://www.inegi.org.mx/>
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. (2015). *Sistema Nacional de Información Municipal*. (S. d. Gobernación, Editor, S. d. Gobernación, Productor, & Secretaría de Gobernación) Recuperado el 03 de Junio de 2017, de Sistema Nacional de Información Municipal: <http://www.snim.rami.gob.mx/>
- ITC-AICE. (2011). *Procesos de fabricación de baldosas cerámicas. Conocimientos básicos*. Castellón, España: Instituto de Tecnología Cerámica.
- Jiménez, N. (marzo de 2015). La gestión integral de residuos sólidos urbanos en México: entre la intención y la realidad. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*(17), 29-56.
- Jiménez, N. M. (Marzo de 2015). La gestión integral de residuos sólidos urbanos en México: entre la intención y la realidad. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*(17), 29-56.
- Karak, T., Bhagat, R. M., & Bhattacharyya, P. (2012). Municipal solid waste generation, composition, and management: The World Scenario. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 42(15), 1509- 1630.
- Kofoworola, O., & Gheewala, S. (February de 2009). Estimation of construction waste generation and management in Thailand. *Waste Management*, 29(2), 731-738.
- Mcdonald, B., & Smithers, M. (October de 2010). Implementing a waste management plan during the construction phase of a project: a case study. *Construction Management and Economics*, 16, 1998(1), 71-78.



- McDougall, F., White, P., Franke, M., & Hindle, P. (2001). *Integrated Waste Management: A Life Cycle Inventory* (Segunda Edición ed.). Oxford: Blackwell Science.
- MAPEI. (2017). *Ficha técnica de Adhesivo cementoso para baldosas cerámicas*. Querétaro: MAPEI.
- Martínez, P. (2003). Rol de la industria de la construcción en el desarrollo sustentable. *Revista Ambiente y Desarrollo de CIPMA*, XIX(1), 19-25.
- Mejía Restrepo, E., Osorno Bedoya, L., & Osorio Vega, N. W. (junio de 2015). Residuos de la construcción: una opción para la recuperación de suelos. *EIA*, 12(2), 55-60.
- Nadia Mirabella, V. C. (2014). Current options for the valorization of food manufacturing waste: a review. *Journal of Cleaner Production*(65), 28-41.
- Naredo, J. (2011). Fundamentos de la economía ecológica. En F. A. Klink, & V. Alcántara, *De la Economía Ambiental a la Economía Ecológica* (págs. 231-252). Madrid: CIP-Ecosocial.
- NIOSH. (2012). *CDC Construcción. Temas de salud y seguridad de NIOSH*. NIOSH. Atlanta: Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional.
- NIOSH; DHHS. (2008). *Control del polvo peligroso que se genera durante los procesos de reparación de mortero*. Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) , Department of Health and Human Services, División de Educación e Información. Atlanta: NIOSH.
- ONU. (10 de julio de 2014). *Departamento de asuntos económicos y sociales*. (O. d. Unidas, Editor, ONU, Productor, & ONU) Recuperado el 13 de junio de 2017, de ONU: <http://www.un.org/es/development/desa/news/population/world-urbanization-prospects-2014.html>
- Osmani, M., Glass, J., & Price, A. (2008). Architects' perspectives on construction waste reduction by design. *Waste Management*, 28(7), 1147-1158.
- Parra, J., & Calvo, B. (2002). *Situación en España del reciclado de RCD (Residuos de Construcción y Demolición) como áridos. Aplicabilidad a la fabricación de hormigones*. La Habana: II Jornada Iberoamericana de Materiales de Construcción.
- Periódico Oficial del Gobierno del Estado de México. (2009). *Norma técnica estatal ambiental NTEA-011-SMA-RS-2008 Que establece los requisitos para el manejo de los residuos de la construcción para el Estado de México*. Toluca de Lerdo: Gobierno del Estado Libre y Soberano de México; Poder Ejecutivo del Estado; Secretaría Medio Ambiente.



- Periódico Oficial del Gobierno del Estado de México. (2011). *Norma técnica estatal ambiental NTEA-013-SMA-RS-2011*. Toluca de Lerdo: Gobierno del Estado Libre y Soberano de México.
- Periódico oficial Tierra y Libertad. (10 de noviembre de 2011). Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Morelos en Materia de Evaluación del Impacto y Riesgo Ambiental. (4927), 1-47.
- Periódico Oficial Tierra y Libertad. (septiembre de 2012). Reglamento de la Ley de Vivienda del Estado Libre y Soberano de Morelos. *Periódico Oficial Tierra y Libertad*(5010), 1-19.
- Periódico Oficial, “. y. (2012). *Reglamento de construcción del Municipio de Cuernavaca, Morelos*. Gobierno del Estado de Morelos, Consejería Jurídica. Cuernavaca: H. Ayuntamiento de Cuernavaca, Morelos.
- Petts, J. (1994). Effective waste management: understanding and dealing with public concerns. *Waste Management and Research*, 12(3), 207-222.
- PNUMA. (2011). *Hacia una economía verde: Guía para el desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza*. New York: Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Polat, G., & Ballard, G. (2004). Waste in Turkish construction: need for lean construction techniques. En B. S., & T. Formoso, *12th Annual Conference of the International Group for Lean Construction* (págs. 1-14). Helsingør: OGLC.net.
- Poon, C., Yu, A., & Jaillon, L. (2004). Reducing building waste at construction sites in Hong Kong. *Construction Management and Economics*, 22(5), 461-470.
- Procuraduría Federal de Protección al Medio Ambiente. (18 de diciembre de 2002). *PROFEPA*. Recuperado el 05 de junio de 2017, de PROFEPA: http://siscop.inecc.gob.mx/descargas/legislacion/nom_cemento.pdf
- Restrepo, Ó. (2011). *Baldosas cerámicas y gres porcelánico: Un mundo en permanente evolución*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín/ Centro Editorial Facultad de Minas.
- Rogers, R. (2008). *Ciudades para un pequeño planeta*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Schneider, S., & Peyré, I. (2006). Territorio y enfoque territorial: de las referencias cognitivas a los aportes aplicados al análisis de los procesos sociales rurales. En G. N. Mabel Manzanal, *Desarrollo Rural. Organizaciones, Instituciones y Territorios* (págs. 71-102). Buenos Aires: Ediciones CICCUS.



- Sánchez, Á. (1977). *Guías para el desarrollo constructivo de proyectos arquitectónico* (2ª ed., Vol. I y II). México D.F.: Trillas.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (16 de abril de 2014). *El medio ambiente en México 2013-2014*. Recuperado el 09 de junio de 2017, de SEMARNAT: http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_resumen14/07_residuos/7_1_1.html
- SEDATU; CONAVI. (2017). *Reporte General Inventario de Vivienda Vigente*. SEDATU; CONAVI. México D.F.: SEDATU; CONAVI.
- SEDESOL. (2013). *Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas*. México D.F.: SEDESOL.
- SEDESOL, CONAPO, & INEGI. (2010). *Delimitación de zonas metropolitanas de México 2010*. México D.F.: Secretaría de Desarrollo Social; Consejo Nacional de Población; Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- SEDESUS. (2013). *Estrategia de Gestión Integral de Residuos en el Estado de Morelos*. Cuernavaca: Secretaria de Desalio Sustentable, Gobierno del Estado de Morelos.
- SEMARNAT. (2007). *Política y Estrategias para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos en México*. México D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- SEMARNAT. (2012). *Compendio de Estadísticas Ambientales 2012. Residuos Sólidos Urbanos*. México D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- SEMARNAT. (2017). *Criterios para el manejo de residuos de construcción y demolición generados por el sismo del 19 de septiembre para los Estados de México, Morelos, Puebla, y la ciudad de México*. Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- SEMARNAT. (2017). *El Medio Ambiente en México 2013-2014*. México D.F.: SEMARNAT.
- SEMARNAT; INECC. (2012). *Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos 2012*. México, D.F.: SEMARNAT; INECC.
- Shao, W., Leeftink, R., & Rotter, V. (April de 2009). Evaluation of the economic feasibility for the recycling of construction and demolition waste in China—The case of Chongqing. *Resources, Conservation and Recycling*, 54(6), 377-389.
- Shen, L., Tam, V., Tam, C., & Drew, D. (2004). Mapping Approach for Examining Waste Management on Construction Sites. *Journal of Construction Engineering and Management*, 130(4), 472-481.
- Silva, R., de Brito, J., & Dhir, R. (2014). Properties and composition of recycled aggregates from construction and demolition waste suitable for concrete production. *Construction and Building Materials*(65), 201-217.



- Solís-Guzmán, J., Marrero, M., Montes, M., & Ramírez, A. (2009). A Spanish model for quantification and management of construction waste. *Waste Management*, 29(9), 2542-2548.
- Suárez-Salazar, C. (2007). *Costo y Tiempo en Edificación*. México D.F.: LIMUSA.
- Topalov, C. (1979). *La urbanización capitalista: algunos elementos para su análisis*. México D.F.: Edicol.
- UNEP. (2016). *Global Waste Management Outlook Summary for Decision-Makers*. Nairobi: UNEP.
- UN-HABITAT. (2012). *Estado de las ciudades en América Latina y el Caribe*. Nairobi: ONU.
- UN-HABITAT. (2012). *Estado de las ciudades en América Latina y el Caribe*. Nairobi: ONU.
- UN-HABITAT. (2016). *Urbanization and Development: Emerging Futures. World Cities Report*. (U. N. Organization, Ed.) Nairobi: United Nations Human Settlements Programme.
- Valdés, G., Reyes-Ortiz, Ó., & González, G. (enero de 2011). Aplicación de los residuos de hormigón en materiales de construcción. *Ingeniería y Desarrollo*, 29(1), 17-33.
- Yuan, H., & Shen, L. (670-679 de April de 2011). Trend of the research on construction and demolition waste management. *Waste Management*, 31(4).



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

A todas aquellas personas involucradas en el presente trabajo, les estaré eternamente
agradecido...

De parvis grandis acervus erit

Cuernavaca, Morelos a 28 de febrero de 2020

**COMISIÓN DE SEGUIMIENTO DE LA
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS
P R E S E N T E**

COMO MIEMBRO DEL JURADO REVISOR DE TESIS, HAGO DE SU CONOCIMIENTO QUE DESPUES DE HABER ANALIZADO LA TESIS QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS, DEL ESTUDIANTE **C. JACINTO MARISCOTTI RODRIGUEZ SANTANA**, CON NÚMERO DE MATRÍCULA 311993009, BAJO EL TÍTULO "Generación de residuos de loseta cerámica generados en la construcción de casas habitación de interés social en la región centro de Morelos", CONSIDERO QUE EL DOCUMENTO REÚNE LOS REQUISITOS ACADÉMICOS PARA SU DEFENSA ORAL EN EL EXAMEN, POR LO TANTO. EMITO MI **VOTO APROBATORIO**.

AGRADEZCO DE ANTEMANO LA ATENCIÓN QUE SE SIRVA PRESTAR A LA PRESENTE.

ATENTAMENTE
POR UNA HUMANIDAD CULTA
UNA UNIVERSIDAD DE EXCELENCIA



DR. ALEXIS JOAVANY RODRÍGUEZ SOLÍS



Cuernavaca, Morelos a 28 de febrero de 2020

**COMISIÓN DE SEGUIMIENTO DE LA
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS
P R E S E N T E.**

COMO MIEMBRO DEL JURADO REVISOR DE TESIS, HAGO DE SU CONOCIMIENTO QUE DESPUES DE HABER ANALIZADO LA TESIS QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS, DEL ESTUDIANTE C. **JACINTO MARISCOTTI RODRIGUEZ SANTANA**, CON NÚMERO DE MATRÍCULA 311993009, BAJO EL TÍTULO "Generación de residuos de loseta cerámica generados en la construcción de casas habitación de interés social en la región centro de Morelos", CONSIDERO QUE EL DOCUMENTO REÚNE LOS REQUISITOS ACADÉMICOS PARA SU DEFENSA ORAL EN EL EXAMEN, POR LO TANTO EMITO MI **VOTO APROBATORIO**.

AGRADEZCO DE ANTEMANO LA ATENCIÓN QUE SE SIRVA PRESTAR A LA PRESENTE

ATENTAMENTE
*POR UNA HUMANIDAD CULTA
UNA UNIVERSIDAD DE EXCELENCIA*

DR. ALFONSO VALENZUELA AGUILERA



Cuernavaca, Morelos a 28 de febrero de 2020

**COMISIÓN DE SEGUIMIENTO DE LA
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS
P R E S E N T E**

COMO MIEMBRO DEL JURADO REVISOR DE TESINA, HAGO DE SU CONOCIMIENTO QUE DESPUES DE HABER ANALIZADO LA TESINA QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS, DEL ESTUDIANTE C. **JACINTO MARISCOTTI RODRIGUEZ SANTANA**, CON NÚMERO DE MATRÍCULA 311993009, BAJO EL TÍTULO "Generación de residuos de loseta cerámica generados en la construcción de casas habitación de interés social en la región centro de Morelos", CONSIDERO QUE EL DOCUMENTO REÚNE LOS REQUISITOS ACADÉMICOS PARA SU DEFENSA ORAL EN EL EXAMEN, POR LO TANTO. EMITO MI VOTO APROBATORIO.

AGRADEZCO DE ANTEMANO LA ATENCIÓN QUE SE SIRVA PRESTAR A LA PRESENTE

ATENTAMENTE
POR UNA HUMANIDAD CULTA
UNA UNIVERSIDAD DE EXCELENCIA


DRA. MARÍA LUISA CASTREJÓN GODÍNEZ

Cuernavaca, Morelos a 28 de febrero de 2020

**COMISIÓN DE SEGUIMIENTO DE LA
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS
P R E S E N T E**

COMO MIEMBRO DEL JURADO REVISOR DE TESIS, HAGO DE SU CONOCIMIENTO QUE DESPUES DE HABER ANALIZADO LA TESIS QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS, DEL ESTUDIANTE C. **JACINTO MARISCOTTI RODRIGUEZ SANTANA**, CON NÚMERO DE MATRÍCULA 311993009, BAJO EL TÍTULO "Generación de residuos de loseta cerámica generados en la construcción de casas habitación de interés social en la región centro de Morelos", CONSIDERO QUE EL DOCUMENTO REÚNE LOS REQUISITOS ACADÉMICOS PARA SU DEFENSA ORAL EN EL EXAMEN, POR LO TANTO. EMITO MI **VOTO APROBATORIO**.

AGRADEZCO DE ANTEMANO LA ATENCIÓN QUE SE SIRVA PRESTAR A LA PRESENTE.

ATENTAMENTE
*POR UNA HUMANIDAD CULTA
UNA UNIVERSIDAD DE EXCELENCIA*



M. MR. BENEDICTA MACEDO ABARCA



Cuernavaca, Morelos a 28 de febrero de 2020

**COMISIÓN DE SEGUIMIENTO DE LA
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS
P R E S E N T E**

COMO MIEMBRO DEL JURADO REVISOR DE TESIS, HAGO DE SU CONOCIMIENTO QUE DESPUES DE HABER ANALIZADO LA TESIS QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS, DEL ESTUDIANTE C. **JACINTO MARISCOTTI RODRIGUEZ SANTANA**, CON NÚMERO DE MATRÍCULA 311993009, BAJO EL TÍTULO "Generación de residuos de loseta cerámica generados en la construcción de casas habitación de interés social en la región centro de Morelos", CONSIDERO QUE EL DOCUMENTO REÚNE LOS REQUISITOS ACADÉMICOS PARA SU DEFENSA ORAL EN EL EXAMEN, POR LO TANTO EMITO MI **VOTO APROBATORIO**

AGRADEZCO DE ANTEMANO LA ATENCIÓN QUE SE SIRVA PRESTAR A LA PRESENTE

ATENTAMENTE
POR UNA HUMANIDAD CULTA
UNA UNIVERSIDAD DE EXCELENCIA

M. I. ARIADNA ZENIL RODRÍGUEZ