



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS.

HACIA UNA VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS RESIDUOS DE
CONSTRUCCIÓN EN CUERNAVACA, MORELOS

Tesina que para obtener la especialidad en Gestión Integral del Residuos

Presenta

LAURA YERITH ERAZO NÁJERA

DIRECTOR DE TESINA: DR. RAFAEL MONROY ORTIZ

Cuernavaca, Morelos

enero 2024



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS.

HACIA UNA VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS RESIDUOS DE
CONSTRUCCIÓN EN CUERNAVACA, MORELOS

Tesina que para obtener la especialidad en Gestión Integral del Residuos

Presenta

LAURA YERITH ERAZO NÁJERA

DIRECTOR DE TESINA: DR. RAFAEL MONROY ORTIZ

Cuernavaca, Morelos

enero 2024

Dr. Rafael Monroy Ortiz

Director de Tesina

Dr. Julio César Lara Manrique

Dr. César Augusto González Bazán

Dra. Nancy Merary Jiménez Martínez

M. en.I. Ariadna Zenil Rodríguez

Sinodales

Resumen

La industria de la construcción es un soporte para la reproducción económica; esta provee edificaciones para vivienda, equipamiento, servicios e infraestructura, sin embargo dada la expansión urbana, esta se ha convertido en un problema ambiental porque es una de las mayores generadoras de residuos, contribuyendo por su volumen y diversificación con el agotamiento de recursos y la contaminación. Esta condición se reproduce de manera similar en la región central de México, particularmente en la ciudad de Cuernavaca, Morelos, donde la disminución de área agroforestal y la alta demanda de materiales para la construcción, han consolidado el medio urbano, dejando una huella arquitectónica caracterizada por sus impactos sociales, ambientales y territoriales, parte importante de ellos, derivan de la generación de Residuos de la Construcción. En este trabajo, se estudian las condiciones generales de los residuos de la construcción durante el periodo comprendido entre 1990 y 2020; las cuales se estiman a través de un sistema de información geográfico que registra el área edificada con base en la expansión del uso del suelo habitacional de densidad baja, media y alta; calculando también el volumen de residuos obtenidos por etapa constructiva según la edificación. Con ello, se pretende tener una aproximación de los costos sociales y ambientales derivados de la gestión de estos residuos.

Palabras clave: Residuos de la construcción y demolición, Residencial, Medio, interés social

Índice

Introducción	3
Capitulo I. Sociedad moderna. Lógica productiva	10
1.1 Percepción económica de los daños ambientales	12
1.1.1 Imprecisiones de la valoración ambiental.....	14
1.2 El efecto contaminante de la lógica productiva	16
1.2.1 Origen y efectos de la contaminación	17
1.3 Los residuos de la sociedad moderna	19
1.3.1 Residuos en México	21
1.4 Contribución del sistema urbano a la contaminación	23
1.4.1 Residuos de la construcción	25
Capitulo II. Residuos de la construcción en Cuernavaca.....	33
2.1 Expansión urbana y generación de residuos.....	34
2.2 Expansión urbana por uso del suelo en Cuernavaca.....	36
2.2.1Contribución de residuos por uso de suelo habitacional.....	39
2.2.2Residuos por uso de suelo habitacional.....	56
Capitulo III. Costos económicos y sociales de la contaminación asociada a la construcción	77
3.1 Partículas suspendidas PM10 y PM2.....	78
3.2 La generación de emisiones por los procesos de construcción.....	84
3.3 Enfermedades por contaminación ambiental	89
3.3.1 Fuentes de emisiones de partículas suspendidas	92

3.4 Costos socioambientales	102
3.5 Perspectivas para la Valoración de los Recursos Naturales	106
3.5.1 Consideraciones Generales para la Valoración de los Residuos de la Construcción	108
3.5.2 Sitios de disposición final y almacenes temporales en Morelos.....	112
Capitulo IV. Reflexión final; Hacia una Valoración Ambiental de los RCyD.	122
Lista de referencias	

Introducción

Durante la era precapitalista las principales fuentes de energía permitían una capacidad de reproducción menor, pues el hombre consumía de la naturaleza únicamente lo indispensable para su subsistencia. Esto cambió con la llegada del capitalismo, donde los patrones productivos modernos ocasionaron impactos asociados a la creciente necesidad de consumir recursos y energía con el único fin de elaborar mercancías, bienes y servicios acelerando la tasa de extracción y de generación de residuos. En consecuencia, se incrementa la emisión de dióxido de carbono en la atmósfera sobrepasando la capacidad para metabolizarlo, al mismo tiempo, los requerimientos de recursos naturales y materia prima fragmentan el ecosistema comprometiendo su autorregulación y los residuos procedentes de los procesos de producción y consumo incrementando en volumen por lo que quedan de forma permanente produciendo graves daños al ambiente y la vida misma. Estos procesos productivos han orillado a la población a abandonar sus hogares en zonas rurales para asentarse en las ciudades en busca de una mejor calidad de vida. Las consecuencias de este fenómeno es la explotación de recursos naturales para cubrir las demandas que el sistema capitalista impone sobre la población.

Una de las actividades económicas que está involucrada es la industria de la construcción, la cual las inmobiliarias sacan provecho de este crecimiento desmesurado para poder ofertar viviendas asequibles, generando un impacto al territorio por la modificación del tipo uso de suelo, además del incremento de la expansión urbana, obligando a las personas asentarse en zonas irregulares, poniendo en riesgo su vida, generando no solo gastos económicos para la infraestructura que estos nuevos asentamientos necesitan sino también residuos

que ocasionan problemas ambientales de gran magnitud y complejidad así como daños graves a la salud de las personas por los inadecuados procesos productivos. Para la economía neoclásica la degradación del medio ambiente es un costo que puede ser pagado o “solucionado” con la tecnología, preocupándose únicamente por producir sin considerar los factores de riesgo que generan la morbilidad y la mortalidad.

Todo ello implica la necesidad de buscar una nueva concepción que integre de forma armónica a la economía y a la ecología. La economía ecológica busca soluciones concretas a los problemas ambientales que padece la humanidad, incluidos los de las generaciones venideras. Permitiendo analizar y valorar tanto las entradas como las salidas de materias, energía y desechos, tratando de dar una respuesta integral al problema.

Lo que contribuiría a comprender mejor la articulación de los procesos económicos, políticos, ecosistémicos, geográficos, culturales y sociales que caracterizan a una problemática poblacional- ambiental concreta generada en el proceso de desarrollo; cabe señalar la fuerte influencia que han tenido los análisis ecosistémicos, la pérdida de la biodiversidad, el manejo sostenible de los bosques, el mal manejo de los suelos, la contaminación producida por la agricultura química y el monocultivo sobre el desarrollo de la economía ecológica.

Planteamiento del problema

El Estado de Morelos se encuentra en la región más dinámica del país, lo cual facilita la interacción con otras entidades y gracias a lo cual registra inmigración de la Ciudad de México, Guerrero, Estado de México, Puebla y Veracruz. Además, se considera el tercer Estado más densamente poblado, albergando 404 personas/km² con un promedio seis veces mayor que el nacional, a pesar de solo contar con 1,971,520 habitantes (INEGI, 2020).

La entidad registra 84% de la población urbana, mientras el restante 16% es rural (INEGI, 2020). A pesar de ser uno de los territorios más pequeños del país, el crecimiento demográfico y la consolidación de un mercado de actividades terciarias y secundarias han incrementado el área urbana de la entidad, concentrándose en dos zonas metropolitanas que concentran 1, 540,728 de la población total; la más grande esta Cuernavaca, integrada por los municipios de Emiliano Zapata, Huitzilac, Jiutepec, Temixco, Tepoztlán, Cuernavaca, Tlaltizapán y Xochitepec. El papel central para esta zona metropolitana de la entidad es determinante para el análisis de la generación de residuos de la construcción, particularmente de vivienda, debido a que alberga al 80% de la población total del estado de Morelos.

En la ciudad de Cuernavaca, el acelerado incremento de la población derivado del crecimiento natural de la misma y de las migraciones, han transformado los patrones socio-territoriales locales, evidenciando la pérdida de espacios naturales y la reproducción de construcciones, muchas de las veces en espacios carentes de planeación. El uso habitacional ocupa 85% del área urbana en el municipio; este se divide según la densidad de construcción en vivienda

residencial calculada en más de 120 m², ocupando 35% del área urbana; la vivienda de tipo medio identificada entre 91 y 120 m² representando 20% y finalmente, la vivienda de interés social alcanzando de 46 a 60 m², ocupando 45% del territorio urbano.

Los subprocesos que contribuyen a la contaminación incluyen la etapa de ocupación del sitio, aquellos correspondientes a la edificación misma y la operación del edificio. Esto significa que existen una huella arquitectónica diferenciada en tipos y volúmenes. Según el tipo de uso habitacional, la contribución a la generación de residuos sólidos urbanos, de manejo especial e incluso peligrosos, son diferenciados.

Aunque existen instrumentos reguladores como el reglamento de construcción o el programa de desarrollo urbano de centro de población, ninguno registra una forma de gestión de los residuos sólidos urbanos generados en cada subproceso de la edificación. Esto conlleva un manejo inadecuado, es decir, no se reciclan, reutilizan o se disponen en lugares adecuados, originando efectos adversos, como contaminación del aire, representando un importante riesgo para la salud, más que el sida, la tuberculosis y la malaria, de hecho, respirar aire contaminado causa cuatro veces más muertes que estas tres enfermedades juntas, dando como resultado o acentuando problemas de asma, inflamación pulmonar y otros padecimientos respiratorios y cardiovasculares (UNAM, 2016), representando una carga económica indirecta a través de pérdidas de productividad significativas entre las que se encuentran la mortalidad prematura, el abandono prematuro de la población activa, el absentismo laboral y la disminución del rendimiento en el trabajo. (OPS, 2020), costando a la economía

mundial más de 30 billones de dólares, lo que representa el 48% del PIB mundial en 2010, dejando a millones de personas por debajo del umbral de la pobreza.

La presente investigación se enfoca en el estudio de la generación de residuos de la construcción en el municipio de Cuernavaca considerando, proveniente de los usos de suelo habitacional, residencial, medio e interés social con la finalidad de conocer el volumen aproximado, así como una caracterización obtenida en cada etapa constructiva, haciendo una comparativa entre las últimas 4 décadas, para conocer cuánto han aumentado o disminuido los residuos y cuáles son los costos de sus impactos socioambientales. Este trabajo se plantea demostrar el tipo de residuos generados y esquematizar formas de gestión o manejo adecuado para estos residuos.

Pregunta de investigación

¿de qué forma, la reproducción de los usos de suelo habitacional residencial, medio e interés social contribuyen a la generación de residuos de la construcción en el municipio de Cuernavaca y cuáles son sus costos socioambientales?

Hipótesis

La edificación genera una diversidad y volumen de residuos, según la etapa constructiva y tipo de uso del suelo, cuyos costos socioambientales se caracterizan desde los usos habitacionales residenciales, medios y de interés social dado que estos representan la mayor proporción de expansión urbana. Además, la falta de un manejo de estos residuos en particular, siendo dispuestos en tiraderos a cielo abierto, terrenos baldíos e incluso en vialidades o cuerpos de agua implica una reconsideración de su forma de gestión y de la política pública.

Objetivo General

- Estimar el volumen de residuos de la construcción y caracterizar los tipos según etapa constructiva, proveniente de los usos de suelo habitacional, residencial, medio e interés social en el municipio de Cuernavaca entre 1980 y 2020, así como los costos de sus impactos socioambientales.

Objetivos Particulares

- Estudiar las particularidades del municipio de Cuernavaca para conocer la forma de relacionarse con el territorio e identificando los residuos de la construcción que se generan en las edificaciones con diferentes usos de suelo, a través de documentos elaborados por INEGI y software ArcGis
- Estimar que residuos ha generado la industria de la construcción a lo largo de 4 décadas, sus volúmenes y en qué etapa de cada uno de los niveles, residencial, medio e interés social.
- Proponer un esquema de manejo y gestión de residuos de la construcción en uso de suelo habitacional que busque la valorización y un sitio seguro para su disposición final

Metodología

- Estimar que residuos ha generado la industria de la construcción en cada uno de los usos de suelo habitacional, residencial, medio e interés social a lo largo de 4 décadas Con información del software ArcGis
- Calcular la generación de residuos de la construcción por etapa constructiva, así como su volumen, en los diferentes tipos de vivienda, residencial (H1), nivel medio (H2) e interés social (H4) en base a la Carta Urbana del municipio de Cuernavaca

- Revisión de la morbilidad en el municipio de Cuernavaca por enfermedades respiratorias asociadas a materiales derivados de cemento y fierro utilizando como base documentos elaborados por instituciones como Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) e Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).
- Estimar los costos de tratamiento por enfermedades respiratorias asociadas a los residuos de la construcción producidos por materiales derivados de cemento y fierro, elaborado con datos del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).
- Valoración ambiental de la contaminación y las enfermedades respiratorias asociadas a la construcción en base de una regresión múltiple por los principales factores causantes de la contaminación, incluyendo el sector económico, el parque vehicular y los residuos de la construcción con información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)

Capítulo I. Sociedad moderna. Lógica productiva

La condición crítica del ambiente ha escalado en una forma que irremediablemente la vuelve objeto de una discusión como sociedad; poco puede decirse en torno a la grave dificultad de proveer el agua mínima para amplios sectores de la población o respecto a la temperatura en extremo cambiante que ha vuelto inhabitable extensas regiones del planeta. Esta condición crítica atañe a la sobrevivencia de la sociedad, por lo que se trata de un objeto político e irremediablemente, una frontera urgente, ya que identificar y eventualmente, replantear los determinantes de dicha crisis resulta imprescindible en el mediano y largo plazo.

Una parte fundamental de la discusión sería reconocer que la racionalidad económica de la modernidad exige un funcionamiento utilitario, pero irresponsable, en el sentido que no acepta o por lo menos no en los términos convencionales de la ciencia y la técnica crematística sus consecuencias más graves. Para esta perspectiva convencional por el contrario, la conciencia social de una crisis no es suficiente frente a la compleja justificación del desarrollo; entonces la producción no daña, tiene externalidades negativas; los efectos dañinos en realidad son deseconomías y la forma más útil de enfrentarlos es pagar por ellos; encontrar una responsabilidad es importante aunque sea sin reconocer al responsable mismo e internalizarla es la tarea central de conservación, aun cuando esto no modifica en circunstancia alguna las causas.

Esto implica que es ideológica y filosóficamente como se justifican las decisiones políticas en la sociedad moderna, estableciendo como criterio único de verdad la perspectiva crematística. Al asumir este interés, la ciencia tasa las

ventajas de la modernidad en beneficios económicos, de la misma forma que las múltiples posibilidades de desarrollo, aunque ambos sean pensados sin considerar en igualdad de circunstancias a la sociedad. Por tanto existe una amplia justificación científica respecto a los beneficios económicos de la conservación del ambiente, sin embargo esta solo ha servido para generar mercados a partir de nichos de recursos susceptibles de ser explotados o en su defecto, para transferir los costos sociales de las prácticas productivas. El que contamina paga o los impuestos ambientales permiten poner en marcha otro nicho de mercado, de forma que funcionan como dispositivos de esta lógica, pero en poco contribuyen a la conservación.

Generar nuevos mercados o socializar los costos de las prácticas productivas evita identificar las responsabilidades frente a la crisis ambiental, pero también en poco puede modificar la racionalidad misma de las prácticas que la originan. Esto refleja un interés menor por la conservación. La valoración ambiental como estrategia metodológica, incluso desde la perspectiva de la ciencia convencional, permite discutir las causas a un nivel de comprensión de procesos complejos y al mismo tiempo, reconocer la dimensión social de los costos, difiriendo de estrategias de mitigación ambiental provenientes de una lógica crematística. Esto implica ajustar las prácticas productivas convencionales o prever costos sociales que competen a la salud o al riesgo de exposición a condiciones extremas, entre los que desatacan huracanes; el incremento de enfermedades por la exposición a contaminantes; las dificultades para adecuar las condiciones de vida a una mayor temperatura o precipitación; la dificultad de acceder a agua potable en calidad y cantidad.

En un ejercicio de autocrítica disciplinar, los campos de la arquitectura y el urbanismo serían un objeto de interés fundamental en el replanteamiento de las prácticas dañinas al ambiente, dado que estas contaminan con una regularidad absurda, debido entre otras cosas al volumen de generación de residuos de la construcción o a su diversificación para los que no existe regulación alguna o forma de manejo desde la perspectiva convencional, por lo menos para el caso mexicano.

En ambas disciplinas se replica el ciclo de producir mercancías, comercializar o consumir y desechar, siguiendo la racionalidad que ha sometido a la sociedad a efectos o daños sin que discuta la contribución de sus prácticas a tales condiciones. La tasa de crecimiento urbano, la ocupación de suelo, el emplazamiento y diversificación de la infraestructura, la reproducción de formas inmobiliarias solo comercializables demuestra solo una parte de la intensidad en que el sector contribuye al consumo de recursos y a la generación de residuos y en forma directa a que el ecosistema no alcance a metabolizar sus efectos.

1.1 Percepción económica de los daños ambientales

En la sociedad capitalista, todos los objetos que satisfacen necesidades de la sociedad e incluso, las condiciones inmateriales o subjetivas, ha sufrido un proceso de apropiación y transformación en mercancía; derivado de ello, existe una competencia por la extracción de valor de todas las formas posibles de necesidad. Esta tendencia persigue como propósito último la capitalización, pero es este razonamiento material el causante de la tasa de sobreexplotación de recursos y de contaminación que a nivel mundial se manifiesta una inusitada intensidad, agudizada por los criterios recientes de globalización.

Los problemas ecológicos recientes han generado una creciente preocupación social dadas las amenazas a las que están sometidas amplias regiones costeras, vulnerables afrente a contaminantes, estrés hídrico, incremento de temperaturas o eventos extremos de frío. A pesar de ello, la perspectiva económica convencional considera fundamental e irremplazable la promoción del intercambio y comercialización mundial de mercancías beneficiando al sector privado, particularmente empresas transnacionales, pero imponiendo una mayor carga ambiental mayor.

Esto carga es producida por una creciente exigencia de factores de producción (tierra, trabajo y capital), para sostener ganancias que en estricto sentido, son a costa del bienestar de las personas y del equilibrio ambiental mismo. Destaca que la creciente apropiación y transformación en mercancías se manifiesta en un deterioro de las condiciones de vida de la fuerza de trabajo encargada de su elaboración, pero también intensifica la demandad de recursos que afectan a la naturaleza (Pengue & Feinstein, 2013).

La competencia por los recursos naturales ha impuesto una forma de desarrollo, responsable de la destrucción del ambiente, sin embargo esta no puede sostenerse al ritmo en que el capitalismo lo requiere; esto ha llevado a la crisis ambiental dado que no existe una percepción ecológica de esta consecuencia ni tampoco un razonamiento económico que lo integre o la valoración de sus costos sociales.

En este sentido, la asignación de un valor económico a los recursos naturales o a los efectos negativos de las prácticas productivas permite hacer una estimación monetaria, pero esto no resuelve la decisión de su explotación o la responsabilidad

para su restauración no importando si esta incluye contaminación o la degradación de los ecosistemas o si derivado de ello, se expone a la sociedad o la salud humana.

1.1.1 Imprecisiones de la valoración ambiental

El trabajo es la única fuente generadora de valor, dado que materializa productos o mercancías; el traslado de estas al mercado es posible gracias a ello y a su papel para la determinación de un equivalente general del valor que le permite intercambiarse. Considerar un valor a productos de la naturaleza resulta impreciso en la medida que no entraña trabajo humano y por tanto, no habría forma de calcularlo sin incurrir en imprecisiones y por ende, en múltiples valores, los cuales dependen de las estrategias metodológicas utilizadas y en el grado de profundización del análisis.

En la sociedad contemporánea, el mercado es el mecanismo de regulación de precios por lo que el reconocimiento del valor de los recursos naturales o de los impactos ambientales ocasionados por la lógica económica es intervenido según los intereses de este. Esto significa que en el pensamiento convencional, todo efecto o consecuencia del uso de recursos es considerado una externalidad negativa, la cual debe ser resarcida o internalizada. El instrumento de valoración ambiental contribuye a tal estimación, pero también para decidir al responsable de ello; condición de la que quedan exento todo proceso causante de daños.

Resarcir los daños o los impactos ambientales implica la estimación de los costos generados por algún proceso productivo y con base en criterios de internalización se operacionaliza su pago. En este caso se identifica “el que contamina paga”, la delimitación de estándares de contaminación, la socialización

del pago. Hacerse responsable de alguno de estos ejemplos implica teóricamente utilizar los recursos para modificar las principales causas de la contaminación.

Sin embargo, el hecho de determinar el valor de las externalidades negativas para ser asumido por el sector productivo también permite que las empresas adquieran un derecho implícito a contaminar en una determinada cantidad. En consecuencia, el proceso causante de problemas ambientales sigue su lógica de funcionamiento sin cambio alguno, toda vez que el responsable tiene la opción de pagar por los daños. Al mismo tiempo, se considera que los impuestos inducen a utilizar técnicas relativamente menos contaminantes, pero lo que sucede es que se expanden las actividades contaminantes debido a la búsqueda de nuevas formas tecnológicas. Entre todas las posibilidades de prevención o intervención, la política económica ambiental debe desincentivar actividades con fuerte impacto ambiental.

En lo que respecta a la contaminación, a pesar de que esta tiene un costo para las empresas considerando el gasto en reducirla en sus procesos productivos, en realidad este recae en los consumidores que asumen el costo impuesto en las mercancías. De hecho, el mercado no da solución a ninguno de los efectos negativos, incluso si están delimitados los derechos de propiedad sobre el ambiente.

Por el contrario, el discurso económico convencional considera que el uso de los recursos naturales es necesario y si estos son extraídos y destruidos, la degradación puede ser sustituida por una nueva fuente de recursos. En contraste, una posición conservacionista estricta da el mismo valor al consumo futuro que al actual, lo cual lleva a conservar recursos no utilizados en nuevas tecnologías, así,

las argumentaciones con base al desarrollo sostenible son intentos de biologizar la desigualdad social, pero incluso si no hay ninguna garantía de sustitución técnica, se utilizan esos recursos ya que el crecimiento económico hará que el consumo adicional futuro tenga menos valor que el consumo de hoy (Naredo & Parra, 1993).

1.2 El efecto contaminante de la lógica productiva

El sistema económico se ha reproducido con cierto éxito para algún sector de la sociedad, si este es tasado por la posibilidad de reproducción continua, ininterrumpida y creciente que permite la capitalización. Sin embargo también es característico de este patrón la reproducción de la riqueza de forma diferenciada y al mismo tiempo, genera una creciente desigualdad y un grave daño al ecosistema que tiene al borde de la extinción a la humanidad misma.

La insostenibilidad del modo de producir y consumir en la civilización industrial demuestra que en la actualidad se devora 25% más recursos de los que la naturaleza puede reponer; esto implica que se tiene un déficit en términos de “recursos” de una cuarta parte de lo que consumimos. En consecuencia, la humanidad enfrenta una crisis proveniente de los alarmantes registros de deforestación, erosión, desertificación, contaminación, la extracción de recursos que lleva a la extinción de especie, el daño irreversible de los ecosistemas y la pérdida de la capacidad para producir alimentos.

Es un hecho que el principal riesgo para la humanidad es que los daños a los “servicios ambientales”, comprometen la posibilidad de sostener en el mediano y largo plazo las necesidades humanas como la alimentación, la disponibilidad de agua, la regulación de la temperatura y en general, los bienes materiales de los que depende. La destrucción de dichos servicios puede llevar a situaciones

irreversibles, ya que tales pérdidas o daños ambientales no son compensables con ningún otro bien material.

Por tanto, los servicios ambientales se ven comprometidos por la lógica productiva; la naturaleza juega un doble papel, suministra recursos y es receptora de residuos. Desde que todo servicio prestado a la economía humana no está valorado en el sistema de contabilidad crematística, su deterioro tiene impactos que recaen en las condiciones de producción mismas.

Resulta contradictorio entonces que la sociedad capitalista también afecta sus propias condiciones de producción, ya que contamina el agua y el aire, hace desaparecer la biodiversidad, agota los recursos naturales, sin considerar los efectos irreversibles, los costos ecológicos y las necesidades de las generaciones futuras. De hecho, la economía produce dos tipos de residuos, la energía degradada y los residuos materiales; estos últimos se acumulan y solo a veces se convierten en un nuevo recurso a través de procesos, que no incide en el 100% de los materiales.

1.2.1 Origen y efectos de la contaminación

La sociedad capitalista está detrás de la devastación de la naturaleza, por lo que es causante de la mayor de la crisis ambiental; cada una de sus facetas son alarmantes por sí mismas, pero juntas conforman una catástrofe civilizatoria inédita. La economía opera como un flujo entrópico de energía y materiales de dirección única, por lo que se manifiesta una degradación ocasionada por las actividades productivas, que implica el agotamiento de recursos y la generación de desechos, comprometiendo la reproducción de la sociedad y de la vida misma.

En la etapa global, la dependencia de recursos está desestabilizando los sistemas de soporte vital del planeta; se estima que el consumo total de recursos ha aumentado sustancialmente, y que casi todos provienen de fuentes no renovables. Los impactos de esta lógica de desarrollo más el incremento de la población ha aumentado el aumento de costos de los alimentos y los recursos, lo que significa que el crecimiento económico tradicional se ha vuelto rápidamente insostenible, llevándose a cabo una transición hacia una era crítica ecológica de la civilización humana.

Los determinantes de la contaminación y sus correspondientes impactos ambientales incluyen: a) el nivel de crecimiento económico que impone una mayor exigencia a los recursos; b) la modificación en la estructura productiva debido al cambio de la demanda de recursos y bienes, diversificando y ampliando las posibilidades de transformación y contaminación; c) la transformación de la relación entre contaminación y unidad de producción, según el tipo de sector, incrementándose según las necesidades del mercado. Es un hecho que cuando existen diversos tipos de contaminantes debido a cambios en la demanda, la búsqueda de reducción de impactos es a costa de aumentar otros; la propia actividad de reducir la contaminación diversifica los tipos de contaminantes.

Es importante subrayar dos particularidades respecto a las responsabilidades respecto a la generación de contaminación; una proporción relativamente mayor de la contaminación proviene del hemisferio norte, donde los niveles de ingreso sostienen el consumo y al mismo tiempo, dicha región también es el mayor contribuyente a la crisis energética dadas las exigentes condiciones ambientales (International Energy Agency, 2022). En ambos casos, los mayores

consumidores y por tanto, los mayores contaminadores son los países considerados desarrollados, mientras que las naciones pobres resultan históricamente las más afectadas dada su aportación de recursos y materia prima para la generación de mercancías, pero al mismo tiempo, son receptoras materiales directas o indirectas por las consecuencias del consumo energético.

Respecto al consumo de energía; las consecuencias pueden ser multidimensionales, incluyendo: a) las alimentarias, agudizando la desigualdad ocasionada por la dificultad de acceso al bien; b) las migratorias dado el creciente abandono de países pobres para buscar condiciones de vida diferente; c) las políticas, generando una creciente desconfianza en las instituciones democráticas y una pérdida de fe en la forma de gobierno; d) las bélicas motivadas por el interés de las grandes potencias para controlar espacios y recursos estratégicos, en donde mueren principalmente civiles; e) las sanitarias, cuya crisis se ve agravada por el cambio climático que propicia pandemias, o en su defecto por la agricultura y la ganadería industriales, las cuales producen alimentos contaminados y de mala calidad; f) las económicas ocasionadas por la vulnerabilidad de un sistema financiero desmesurado. Todas ellas se entrelazan, por lo que son interdependientes.

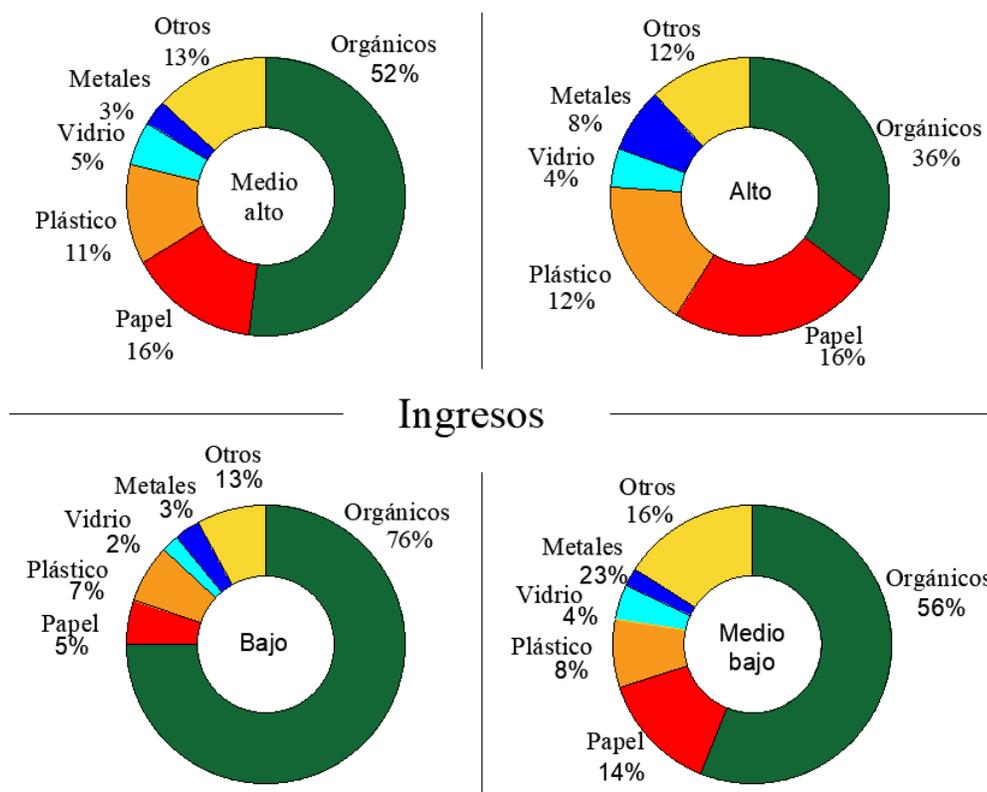
1.3 Los residuos de la sociedad moderna

La producción de mercancías impone una exigencia material a la naturaleza no solo por la explotación de recursos naturales, sino también por su respectiva generación de residuos, cuyo volumen y disposición final termina arrojándose sobre en el ecosistema sin ningún tipo de tratamiento previo. En el mejor de los casos, son vertidos en rellenos sanitarios, algunos de los cuales resultan

inadecuados técnicamente para contener o tratar lixiviados que contaminen de agua cercanos, ni tampoco los gases derivados de la degradación como foco de enfermedades, en última instancia, reducir, separar, revalorizar.

Frente a esta condición crítica, se observa la necesidad de asumir responsabilidades en términos económicos y políticos, es decir, desde el origen de las mercancías, hasta su disposición o reutilización. Los residuos sólidos urbanos en particular, son un conflictivo para las administraciones públicas debido a sus consecuencias negativas derivados de la forma convencional de gestión. A nivel mundial se generan 10 mil millones de toneladas de desechos sólidos urbanos anualmente, lo cual podría crecer hasta los 2,200 millones en el año 2025 (Banco Mundial, 2018). Si bien la generación per cápita es de 1.2 kg por día, en realidad proviene diferenciadamente de los estratos sociales, es decir (ver figura 1).

Figura 1. Composición de residuos sólidos urbanos a nivel mundial



Fuente: Elaboración propia con datos de la ONU 2019

Para el caso de América latina y el Caribe, la cantidad de residuos sólidos urbanos es de aproximadamente 160 millones de toneladas por año, lo cual promedia 1.1 kg por persona al día. En la región, los residuos son 54% orgánicos, 16% papel, 12% plástico, 4% vidrio, 2% metal y 12% materiales no específicos (Martínez, 2003). En la última década, el volumen generado de residuos alcanzó 540, 000 toneladas diarias, y también se espera que alcance 671.000 para 2050 (ONU, 2017).

1.3.1 Residuos en México

México es uno de los países que más contribuyen al conflicto en la región; diariamente se generan 102,895.00 toneladas de residuos, 83.93% es recolectado y 78.54% es trasladado a sitios de disposición final. A pesar de que la generación per cápita promedia 0.79 kg, por debajo de la media mundial (INEGI, 2023) existe una capacidad de reciclamiento menor, el cual alcanza 7% (SEMARNAT, 2017),

Según Barrios (2023), en México existen cerca de 2 mil rellenos sanitarios, ninguno de los cuales cumple al 100% con las normas ambientales para su operación; solamente, 15 cumplen con 75 % de la normatividad, mientras que entre 150 y 200 son considerados controlados o con un rango menor de cumplimiento, mientras que el resto son tiraderos a cielo abierto.

Además de esta condición, casi todos los rellenos sanitarios del país contaminan de manera directa al ambiente, el agua, el aire, la tierra, la vida humana, animal y vegetal del país. Aunque en las últimas tres décadas las administraciones de gobierno han buscado estrategias para mitigar el problema, se priorizaron aquellas orientadas a la privatización” de los servicios de recolección

en casi todos los municipios del país. Sin embargo, la privatización no ha solucionado el problema, dado que las empresas solo recolectan y confinan los residuos, lo cual representa una solución para un conflicto multifactorial.

Al mismo tiempo, en México se dispone de una legislación obsoleta en la materia; falta coordinación entre gobiernos; los ayuntamientos tienen una participación limitada, sin rendición de cuentas y operando como juez y parte. El mismo marco legal es una invitación a la descoordinación; si bien el servicio es de competencia municipal, hay regulaciones para que intervengan en colaboración con el estado o la Federación, lo que pocas veces ocurre. El resultado "es un fracaso general" en todos los niveles; los municipios están rebasados en sus capacidades para disponer de las 120 mil toneladas de residuos sólidos que generan los habitantes del país, los cuales afectan la salud de los trabajadores de este sector y a los recicladores (pepenadores), que están expuestos a muchas enfermedades por la contaminación del aire, el suelo y el agua de su entorno.

No basta sólo con una campaña de reciclaje, se requiere una verdadera política de Estado que disponga de la infraestructura necesaria para la recolección separada (orgánica e inorgánica) y la disposición de residuos. Para lograr ese objetivo hay que comenzar con cambios de hábitos en los hogares, en las escuelas, en los gobiernos y en las universidades públicas y privadas del país, con mejores prácticas de reuso y recuperación.

Si los residuos orgánicos no son separados de los inorgánicos, se pudren y provocan los virus, las bacterias, la putrefacción, la fauna nociva, mientras la materia inorgánica separada es prácticamente inerte. Con la separación de residuos orgánicos e inorgánicos, de las 120 mil toneladas diarias de desechos, 45

mil toneladas de basura orgánica podrían reutilizarse como fertilizante evitando químicos que dañan la tierra, la salud de los campesinos y la economía; otras 45 mil toneladas de fracción inorgánica pueden recuperarse en el reciclaje y sólo unas 30 mil toneladas llegarían a los rellenos sanitarios. El costo económico y los impactos ambientales serían menores (Morelos Cruz, 2023).

1.4 Contribución del sistema urbano a la contaminación

La expansión urbana es un proceso estructural de la sociedad moderna, por lo que su proceso histórico y funcionamiento imponen una demanda de recursos naturales y materiales que contribuyen a la crisis ambiental, caracterizada por la extralimitación de la capacidad de carga del ecosistema y al mismo tiempo, incrementando su huella extraterritorialmente. El sistema urbano mundial ocupa entre el 5% y el 6% de la superficie terrestre, albergando al 56% de la población mundial y con una proyección de crecimiento del 66% para el 2050, la cual añadirá 1.2 millones de km² de nueva superficie construida y contendrá a casi 2000 millones de personas en los próximos 30 años, la mayor parte de los cuales se ubicará en barrios marginales (ONU, 2022) (Banco Mundial, 2022),

El ritmo y la magnitud de la urbanización plantea desafíos, como satisfacer la acelerada demanda de viviendas asequibles, infraestructura viable, servicios básicos y de empleo, en particular para los casi 10,000 millones de pobres que viven en asentamientos urbanos informales. Al mismo tiempo, los servicios ambientales necesarios para la reproducción de la vida en la ciudad también plantean una necesidad concreta; agua, aire, alimentos, metabolizar los residuos son fundamentales para ello. Por tanto, el impacto o la huella que estos requerimientos

generan también demuestran las condiciones inestables que caracterizan a la sociedad moderna (ONU, 2022).

Visto desde su complejidad, el proceso urbano comprende la ocupación del suelo, sustituyendo agricultura y bosque; la edificación como forma de materialización de un espacio funcional; la extracción y consumo de servicios ambientales para soportar su puesta en operación; la sobreposición del metabolismo económico al ecológico; la planeación del territorio fuera de su base ecosistémica. En consecuencia, la ciudad representa una estructura física cuya posibilidad de vida depende cancelar las condiciones que lo permiten; esto puede interpretarse como una expansión insostenible avocada no solo a cubrir todas las necesidades humanas, sino a hacerlo en el marco del equilibrio económico, de forma que la alimentación, la protección o abrigo, la vivienda e incluso, hasta las necesidades de afecto, ocio, conocimiento se ven comprometidas por una racionalidad que les amenaza permanentemente.

A pesar de este efecto, la tasa de crecimiento urbano es creciente en amplias regiones del planeta; esto no solo compromete su reproducción misma, sino que lo hace impulsado por fuerzas desequilibrantes que implican la dependencia ambiental, la extralimitación de la capacidad de carga del ecosistema, el incremento de la desigualdad. Frente a ello, las ciudades con un registro relativamente mayor de desigualdad son vulnerables a dichas fuerzas.

Entre las más importantes fuerzas desequilibrantes se identifica la generación de residuos (Banco Mundial, 2022). Los efectos territoriales, la lógica de producción y los patrones de consumo han permeado a los procesos de edificación y el funcionamiento de la arquitectura. Esto implica que el mercado

inmobiliario contribuye con una diversidad de espacio edificado, incluyendo servicios, vivienda, equipamientos, comercio que requiere recursos para su construcción y genera en igual medida residuos como sucede en todas las mercancías.

1.4.1 Residuos de la construcción

El sector de la construcción genera entre 7,000 y 10,000 millones de toneladas de residuos, los cuales provienen de los subsectores urbano, industrial, construcción, demolición. Visto desde la política nacional, los residuos son considerados como un material o producto cuyo propietario 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, mientras que la basura es todo aquello que no puede ser valorizado.

La generación de residuos ha llevado a la elaboración de leyes y políticas para el manejo y principalmente la reducción de los mismos, estableciendo un proceso desde el consumo racional, separación, recolección, transporte, valorización, tratamiento y terminando con disposición final. En esta idea radica la diferencia entre basura y residuos; según la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR, 2015)

En esta legislación, los residuos son clasificados en tres tipos, los residuos sólidos urbanos (RSU) generados por las actividades domésticas en las casas habitación, así como en la limpieza de las vías y lugares públicos; los residuos de manejo especial (RSM) son generados por procesos productivos o en grandes volúmenes de residuos sólidos; los residuos peligrosos que tienen como

característica ser corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables o que tengan agentes biológicos infecciosos.

El sector de la construcción es central para el desarrollo de un país; proporciona elementos de bienestar básicos en la sociedad. Este sector contribuye al producto interno bruto (PIB) en las naciones en vías de desarrollo, suministrando empleo a un grupo importante de la población (Ngowi, 2002). En México, contribuye alrededor de 6.8% del Producto Interno Bruto (PIB), no obstante, a pesar de ser un sector que genera ingresos y facilita la vida de las sociedades, es de las industrias más contaminantes. (CMIC, 2023), lo cual contribuye a la degradación ambiental.

La industria de la construcción en particular, es la mayor consumidora de energía y la segunda de materias primas después de la industria alimentaria; además, emplea aproximadamente la mitad de los recursos que el hombre consume de la naturaleza (Rodríguez & Fernández, 2010) e incluso, se considera que 25 % de los residuos son de construcción y demolición (Alarcón, 2005) mientras que 70 % de la energía mundial se mueve alrededor de este sector, el cual es responsable del 12-16% del consumo de agua, 25% de la madera extraída, y 40% de materiales vírgenes utilizados (Macozoma, 2002).

Ahora bien, la gestión de los residuos tendría una lógica preventiva si se considera que 57% de los residuos sólidos (C&D) en sitios de disposición final provienen de la construcción y demolición (ver tabla 1), los cuales generan, ruido, polvos, emisiones gaseosas (Lu & Yuan, 2011). Además de que las actividades del sector contribuyen entre 20 y 30% de gases de efecto invernadero, 15% de los materiales solicitados para la construcción se convierten en residuos, aunado a

cambios en el uso de la tierra, los cuales incluyen remoción de flora, degradación, oportunidades para la corrupción y riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores del sector (Abarca Guerrero & Leandro Hernández , 2016). En conjunto, lo convierte en uno de los sectores que más contribuye con el cambio climático.

Tabla 1. Porcentaje de residuos de la construcción en sitios de disposición final

Pais	Residuos de C&D (% por peso)	Referencia
Países Bajos	26	Bossink y Brouwers, 1996
Hong Kong	44	Hong Kong EPD, 2000
Inglaterra y Gales	42.2	Lawson y Douglas, 2001
Kuwait	15-30	Kartam et al., 2004
Taiwán	15-20	Taiwan EPA, 1999
Estados Unidos de América	20-29	Bossink y Brouwers, 1996; Mincks, 1994; Peng et al., 1994; Rogoff y Williams, 1994; Apotheker, 1990
Australia	20-30	Craven et al., 1994
Alemania	19	Brooks et al., 1994
Finlandia	13-15	Heino, 1994
Japón/Tokio	57	Kennedy et al., 2007
Mundo	13-29	Bossink y Brouwers, 1996

Fuente: Elaboración propia

Independientemente del tipo de construcción, las obras pueden generar hasta 450 kilos de residuos por m², los cuales son aptos para reutilizar; de hecho, se considera que “cualquier tipo de residuo dentro de la construcción puede ser reutilizado”. Debido a ello, es necesario adoptar estrategias ambientales en la ingeniería, dado que si los actuales patrones no cambian, la expansión de la construcción destruirá o al menos perturbará hábitats naturales y vida salvaje en más de un 70 % de la superficie de la tierra para 2032, principalmente por el incremento de la población, la actividad económica y la urbanización (Rodríguez & Fernández, 2010).

De acuerdo con el inventario de residuos 2020 (Secretaría de Medio Ambiente) en la Ciudad de México se generan 14 mil toneladas al día procedentes de excavación, demolición y construcción; cientos de toneladas de estos residuos terminan en barrancas, tierras de cultivo, humedales y suelo de conservación, a pesar de las disposiciones oficiales para que se depositen en sitios autorizados, e incluso se reciclen en nuevas obras, en elementos no estructurales, para garantizar su adecuado manejo.

Los residuos de las obras de construcción provienen de la demolición de estructuras, generando un escombros compuesto por concreto, ladrillos, madera y metales; al mismo tiempo, los residuos de excavación se componen por tierra, rocas y piedras. Además de aquellos generados de procesos de la construcción, como materiales sobrantes, envases de productos, plásticos, papeles, residuos peligrosos, con amianto, pinturas con plomos y productos químicos. En general, se considera que existen diferentes materiales utilizados en la construcción que no tienen un aprovechamiento del 100%. En la tabla 2, se presentan los materiales que más se reportan en la literatura como RC&D (Aldana & Serpell, 2012).

Tabla 2. RC&D más citados en literatura

Material	Número de citaciones
Hormigón	55
Madera	45
Ladrillos	42
Plástico	26
Metal	25
Acero	22
Placas de yeso- cartón	20

Fuente: Elaboración propia

Para enfrentar este problema, podrían reducirse los volúmenes de residuos, a través de la mejora de los procesos de construcción, contribuyendo con la tasa de consumo de recursos (Halliday, 2008); además, la utilización de los desechos de construcción y demolición también permitiría disminuir una cantidad importante de los mismos, ya que son generalmente depositados en lugares inadecuados. En ambos casos, es posible conservar una mayor cantidad de recursos naturales al disminuir el volumen de agregados a extraer y con ello, obtener beneficios económicos.

En términos de la recuperación de los residuos solamente, la ciudad de México cuenta con una ley que obliga a las constructoras a utilizar el material reciclado, para lo cual existen seis plantas de tratamiento privadas, en las que se procesan 6 mil toneladas diariamente. Además se registra la empresa de Concretos Sustentables Mexicanos recibiendo al mes 2 mil 500 toneladas de cascajo, alrededor de una quinta parte de lo que se produce al día, generando un ahorro económico, pues el costo del material reciclado es un tercio más barato que el extraído de minas, cumpliendo con las mismas especificaciones y durabilidad que los materiales obtenidos en estas.

El proceso de reciclado incluye la obtención de concreto limpio, la trituración, donde se puede obtener la grava en diferentes tamaños, desde tres octavos hasta cinco pulgadas, los cuales se pueden utilizar para la construcción de calles, carreteras banquetas, guarniciones o accesos peatonales e incluso, hasta nuevos concretos y bases hidráulicas. Además, se pueden implementar como material para rellenar cimentaciones, utilizarlos para base, en banquetas y en cualquier obra de infraestructura. Con los materiales asfálticos, se pueden volver a utilizar para

hacer bases del mismo material, concretos en frío, y mezclas en frío para evitar que se queme con residuos fósiles. No solo los usos se pueden ver dentro de los materiales de construcción también implica la generación de empleos, desde personas que utilizan la maquinaria, hasta transportistas que llevan a la trituración y posteriormente a la empresa (González Alvarado, 2023).

El reciclado es una alternativa que permite al sector de la construcción avanzar en objetivos de sustentabilidad. La Cámara Nacional de Cemento (Canacem) en particular, ha lanzado la Hoja de Ruta México, que consiste en que la industria del cemento mexicana informe sus acciones a liderar para alcanzar los objetivos sustentables, principalmente en la reducción de emisiones de CO². Para lograr este objetivo se establecen dos ejes principales, aumentar la tasa de coprocesamiento de residuos hasta 32% y la reducción promedio de clínker para utilizar otros elementos dentro de los concretos (CMIC, 2023).

Reflexión capitular

En la sociedad capitalista, las necesidades humanas materiales e inmateriales se han transformado mercancías; su elaboración no solo exige fuerza de trabajo, sino también recursos que en última instancia son sobreexplotados y derivado de su consumo, se contamina gravemente el ecosistema. En el circuito de las mercancías con mayor contribución a la contaminación se identifica el sector de la construcción; se comprende que la tasa de crecimiento urbano es calibrada en función de las necesidades del mercado, por lo que el mercado de trabajo y de consumo se consigue dentro de ciertos rangos, útiles económicamente.

Se estima que 57% de los residuos sólidos (C&D) en sitios de disposición final provienen de la construcción y demolición; esta parte alícuota en los residuos,

lo es también para la contaminación y sus correspondientes efectos en la salud de la población. En su conjunto, los residuos más comunes en estos sitios incluyen hormigón, madera y ladrillo, mientras que proporcionalmente menos se identifican plástico, metal, acero y placas de yeso cartón; en todo caso, esta clase de residuos son responsables, de ruido derivado de su demolición, pero también polvos y gases

La emisión contaminante del sector está correlacionada con costos sociales provenientes del incremento de enfermedades en la población y al mismo tiempo, de la carga fiscal que representa para el sector salud, su tratamiento. Sin embargo, comprender el proceso que lleva a la contaminación desde su origen y hasta la escala de sus efectos es de interés político.

Por ejemplo, entre 20 y 30% de los gases de efecto invernadero provienen del sector; 15% de los materiales solicitados para la construcción se convierten en residuos. Además, dicha industria consume 70 % de la energía mundial, 12-16% de agua, 25% de madera, 40% de materiales vírgenes utilizados, la segunda de materias primas después de la industria alimentaria y en su conjunto, emplea aproximadamente la mitad de los recursos que el hombre consume de la naturaleza. Todo ello habla de su papel en desequilibrios ambientales en el ecosistema, así como en la contaminación; razones suficientes para instrumentar estrategias de mitigación reduciendo su incidencia y costos sociales.

Es un hecho que la multidimensionalidad del sector lo hace una de las principales fuente de afectación ambiental, lo cual es relevante desde que las prácticas convencionales implica el cambio en el uso de la suelo; la remoción de flora; la sustitución o contaminación de suelo; el emplazamiento de edificaciones que exigen recursos y general, representan una carga al ecosistema derivado de

su funcionamiento, exigen una intervención igualmente compleja y siguiendo la dinámica que se registra nacionalmente.

El sector de la construcción es central para el desarrollo del país, contribuyendo con 6.8% del producto interno bruto (PIB) nacional, el cual supe algunas de las necesidades fundamentales para la sociedad, como podría reconocerse de escuelas, hospitales, vivienda o infraestructura misma, por lo que las prácticas convencionales y la política que las regula deben contemplar posibilidades menos dañinas.

Capítulo II. Residuos de la construcción en Cuernavaca

Poco puede discutirse que el sistema urbano es fundamental para la sociedad moderna, dado su papel en la concentración del mercado de trabajo y consumo, así como para el aprovechamiento de las múltiples posibilidades de la formación de mercados por la diversificación de mercancías de los ámbitos materiales a los inmateriales. La concentración también sería en beneficio de la control y administración de los sectores económicos; las ciudades son accesibles gracias a ciertas condiciones la infraestructura o permiten la aglomeración articulada, reduciendo costos para la distribución de servicios básicos como agua, drenaje o comunicaciones utilizado en el proceso productivo e incluso, se convierte en la oferta más amplia de vivienda para el sector inmobiliario.

La expansión urbana sigue una tendencia creciente en regiones del hemisferio sur, dado su papel para la concentración de procesos productivos, cadenas productivas y una oferta de recursos necesarios para elaboración de mercancías. La mayor tasa contribuye al mismo tiempo al proceso de deterioro ambiental del planeta dadas las prácticas del proceso urbano, sin una regulación relativamente atenta al papel en el incremento de los costos sociales y ambientales derivados de ello.

Técnicamente, la atención a los procesos urbanos tiene que ver con el funcionamiento interno, asumido este como externo al ecosistema mismo, y forzando su operación bajo condiciones exigentes en términos de una creciente necesidad de recursos, agua, aire, alimentos y materia prima. Se piensa la ciudad desde la consolidación de infraestructura, pero no desde la oferta de agua y su contaminación; se considera fundamental el mejoramiento de las vialidades, pero

no se equilibra la emisión contaminante derivado del uso de combustible fósil para el transporte motorizado; se piensa en la ampliación de la oferta de servicios o alimentos, pero no se integra área para su producción.

En tal caso, se ubica también la edificación misma, la cual recurre a prácticas universalizadas que incluyen la discriminación de procesos causantes de residuos y el dispendio irracional de recursos; esto incluye el consumo de materiales naturales o procesados y su respectivo desecho en una mezcla de múltiples materiales, sin posibilidad de tratamiento para su recuperación y reúso o simplemente para ser dispuesto con otros, no importando de qué tipo.

La comprensión de esta dinámica incluye identificar la tasa de expansión urbana en curso, con sus particularidades en términos de los usos del suelo más frecuentes, pero también la contribución de cada uno de esto, particularmente para la generación de residuos, lo cual es urgente en términos de sus causas sociales y de desequilibrio en el ecosistema. En última instancia la gestión de estos y su correlato político para instrumentarse bajo las condiciones del caso.

2.1 Expansión urbana y generación de residuos

Se estima que el sistema urbano mundial ocupa entre el 5% y 6% de la superficie terrestre, albergando al 56% de la población mundial, la cual se prevé del 66% para el 2050. Considerando la proyección de Naciones Unidas (2019), la población mundial se incrementará de 7700 millones de personas en 2019 a 9700 millones en 2050, contribuyendo con el tamaño, la estructura y la distribución poblacionales (ONU, 2019).

El crecimiento de la población urbana en particular, seguirá alentado por dos factores: la persistente concentración económica en entornos urbanos y la falta de

impulso al campo que obligar a la gente de mudarse de áreas rurales a urbanas y al mismo tiempo, el crecimiento de la población durante los próximos 35 años. Estos factores combinados añadirán 2.500 millones de personas a la población urbana para 2050, 90% del cual se producirá en Asia y África (ONU, 2014).

Esta tendencia en la distribución territorial de la producción, el consumo y de la población misma impone una dinámica que exige al ambiente formas de metabolizar sus principales consecuencias. Al mismo tiempo, dada la escala de la contribución urbana al deterioro del ambiente y los efectos perniciosos en la sociedad, se vuelve relevante pasarlo al plano político. Solo en términos del aumento del uso de suelo urbano, este supera el crecimiento de la población hasta en un 50% para 2030, lo cual ejerce presión en la tierra y en los recursos naturales (Banco Mundial, 2022).

En el caso de México se registra una tasa de crecimiento particularmente alta en ciudades con un proceso de consolidación industrial, vinculada a cadenas de valor, maquila o mercancías para el mercado mundial. Como sistema urbano, el país pasará de 384 ciudades a 961 en 2030, en las que se concentrará 83.2% de la población nacional. Respecto a las condiciones de las ciudades, el incremento también tendrá un correlato de expansión de población en condiciones de desigualdad (ver tabla 3). De hecho, los asentamientos humanos clasificados como informales, se incrementarán por la falta de una oferta de suelo habitacional relativamente planeado y considerando que la competencia por zonas accesibles, con mejor disponibilidad de servicios y equipamiento es acaparada por el mercado inmobiliario. Esto significa la ocupación de lugares inadecuados y con riesgos diversos (ONU, 2017).

Tabla 3. Proyección de sistema urbano nacional (SUN) 2010-2030

Jerarquía de ciudad		2010			2030		
		Num.	Población	%	Num.	Población	%
Megaciudad	10 millones o mas	1	20,116,842	24.76	1	23247131	20.33
Grandes Ciudades	1 millón a 5 millones	10	21,252,198	26.16	17	34967804	30.58
Ciudades Intermedias	500 mil a 1 millón	22	16,462,922	20.27	18	13582338	11.88
Ciudades Medias	100 mil a 500 mil	62	13,963,129	17.19	76	16706850	14.61
Pequeñas Ciudades	50 mil a 100 mil	40	2,810,145	3.46	102	6650557	5.82
Centros Urbanos	15 mil a 50 mil	249	6,626,045	8.16	747	19202867	16.79
Total		384	81,231,281	100%	961	114357547	100%

Fuente: Elaboración propia con datos de la ONU

En 2020, se registran 1,971.520 habitantes en el Estado de Morelos, lo cual representa 10.9% más en comparación con 2010; los municipios con mayor población fueron Cuernavaca (378,476), Jiutepec (215,357) y Cuautla (187,118) (INEGI, 2020), los cuales corresponden a las zonas metropolitanas de la entidad. La comprensión de este proceso permite identificar su contribución a los efectos ambientales y a la generación de residuos.

2.2 Expansión urbana por uso del suelo en Cuernavaca

La expansión urbana implica un incremento de área con funciones de producción secundarias o terciarias, habitacional o de circulación por unidad de área total; la ocupación es cualitativa y proporcionalmente diferenciada. En las ciudades, la mayor proporción de uso del suelo es habitacional; el análisis de las prácticas constructivas significa comprender las especificidades de la contaminación, particularmente de los residuos de la construcción.

En Cuernavaca, el uso habitacional ocupa 63.66% de área total de la ciudad (ver mapa 1). Este uso del suelo incluye los siguientes subtipos: a) residencial (17.03%) ubicado en las colonias y fraccionamientos: Rancho Cortés, Rancho Tetela, Colonia del Bosque, Vista Hermosa, Reforma; b) vivienda de tipo medio

(15.89%), localizado en Lomas de la Selva, Prados de Cuernavaca, Jardines de Reforma, Fraccionamientos Jardines de Tlaltenango; c) vivienda popular (25.62%), la cual representa la mayor parte de las colonias del municipio, entre las que destacan, Universidad, Bosques de Chapultepec, Lomas de la Selva, El Empleado, Jiquilpan, La Pradera, Lomas de San Antón, Tzompantle Sur, Chula Vista y Chapultepec; d) vivienda de interés social de alta densidad (5.11%) en las colonias: Prados de Cuernavaca, Lomas de Cortés, base Tranquilidad, Lomas del Miraval, La Esperanza, Antonio Barona, Ciudad Chapultepec, Revolución (ver tabla 4 y 5)

Mapa 1. Uso de suelo habitacional en Cuernavaca, Morelos



Fuente: Elaboración propia con datos de la Carta Urbana del municipio de Cuernavaca

Tabla 4. Tipo de uso de suelo en Cuernavaca

Clave	Tipo de zona	Superficie Hectáreas	%
H05	Habitacional hasta 50 hab./Ha	1547.53	7.459
H1	Habitacional hasta 51 a 100 hab./Ha	1444.21	6.961
H2	Habitacional hasta 101 a 200 hab./Ha	2328.01	11.221
H4	Habitacional hasta 201 a 400 hab./Ha	410.55	1.979
H6	Habitacional hasta 401 a 600 hab./Ha	54.12	0.261

Fuente: Elaboración propia con datos de Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población del Municipio de Cuernavaca

Tabla 5. Uso habitacional en Cuernavaca

Tipo de vivienda	%	Ubicación/ Colonias
Residencial	17.03	Rancho Cortés, Rancho Tetela, Colonia del Bosque, Vista Hermosa, Reforma, Limoneros, Jardines de Ahuatepec, Maravillas, Club de Golf, Lomas de Cortés, Provincias del Canadá, La Herradura, Bello Horizonte, Las Delicias, Las Quintas, Tabachines y Palmira
Vivienda tipo medio	15.89	Lomas de la Selva, Prados de Cuernavaca, Jardines de Reforma, Fraccionamientos Jardines de Tlaltenango, Jardines de Tetela, Analco, Jardines de Cuernavaca, Los Volcanes, Lomas Coyuca, etc.
Vivienda popular	25.62	Universidad, Bosques de Chapultepec, Lomas de la Selva, El Empleado, Jiquilpan, La Pradera, Lomas de San Antón, Tzompantle Sur, Chula Vista y Chapultepec
Vivienda Interés social	5.11	Prados de Cuernavaca, Lomas de Cortés, base Tranquilidad, Lomas del Miraval, La Esperanza, Antonio Barona, Ciudad Chapultepec, Revolución, U. H. Cantarranas, Jardines de Acapantzingo y Emiliano Zapata, entre otras

Fuente: Elaboración propia con datos de Programa de desarrollo urbano del municipio de Cuernavaca

2.2.1 Contribución de residuos por uso de suelo habitacional

En Cuernavaca, 7 de cada 10 m² de la expansión urbana corresponden a uso del suelo habitacional. En este proceso también se identifican equipamientos e infraestructura, sin embargo considerando la proporción de ocupación del suelo es útil para referir la escala de la contribución a la generación de los residuos de la construcción. Se entiende por la distribución de usos que los instrumentos de regulación del sector pueden seguir puntualmente las prácticas para mitigar sus impactos, según etapa constructiva, material, volumen, así como posibilidades de recuperación y reúso.

Esto implica el reconocimiento de varias particularidades; los residuos de la construcción tienen una composición heterogénea y debido a ello, cada componente contribuye a la contaminación y a los crecientes costos sociales y ambientales. Dentro de la heterogeneidad habría riesgos según el tipo de residuos; se entiende que aquellos de origen natural, arcillas, piedra, madera tendrían mayor capacidad de recuperación y menor impacto en el ambiente, mientras que en el otro extremo, los compuestos químicos utilizados para evitar el deterioro de los materiales o aquellos utilizados como acabados, incluyendo pintura, impermeabilizante, solventes serían difícilmente metabolizables. De modo que resulta pertinente sistematizar las etapas, los procedimientos y los materiales, para identificar precisamente esta condición.

La edificación consiste en un proyecto que avanza a lo largo de varias etapas constructivas, las cuales incluyen:

1. Los preliminares consisten en: a) limpieza del terreno, retirando cubierta vegetal; b) trazo y nivelación para ubicar el proyecto trasladando las medidas del plano al

terreno; c) excavación o cepas para cimentación (ver fotografía 1); d) compactación de terreno natural para aumentar su resistencia; e) elaboración de plantilla de concreto para dividir el suelo del acero; f) construcción de cimentación para soportar las cargas de la estructura; g) rellenar la zona excavada alrededor de una cimentación

Fotografía 1. Material producto de excavación



Fuente: fotografía del autor, noviembre de 2022

2. La estructura (ver fotografía 2): a) cadenas, castillos y trabes de liga elaborados con varillas que permiten confinar los muros; b) desplante de castillos, necesarios para anclar la estructura con la cimentación; c) cimbrado de castillos, cadenas y trabes con madera para recibir el colado con concreto; d) colado de castillos, cadenas y trabes, vertiendo concreto; e) firme de concreto para piso; g) levantamiento de muros, colocando block o tabique para dar soporte y dividir espacios; h) losas que funcionan como elementos rígidos que separa un piso de otro.

Fotografía 2. Estructura de concreto y cimbra para losa



Fuente: fotografía del autor, noviembre de 2022

3. Instalaciones (ver fotografía 3): a) hidráulica consistente en tubería y accesorios para abastecer de agua fría y caliente a toda la casa y muebles; b) sanitaria incluyendo tubería y muebles sanitarios; c) eléctrica consistente en mangueras y botes para cables eléctricos; d) gas, tubería para el suministro ya sea de gas natural o gas LP en un inmueble.

4. Acabados (ver fotografías 4 y 5): a) aplanado de muros y losas, aplicando una mezcla de cementante; b) porcelanato, consistente en la colocación de losetas cerámicas; c) aluminio, instalando ventanas y puertas en la edificación; d) carpintería, incluyendo puertas y muebles de madera; e) herrería, puertas protecciones o estructuras metálicas; f) pintura aplicada a muros y plafones; g) impermeabilizante, aplicado a una superficie para impedir que el agua u otros

líquidos se filtren, principalmente en cubiertas, colindancias o estructuras que contienen agua.

Fotografía 3. Instalación de tanque de oxidación



Fuente: fotografía del autor, noviembre de 2022

Fotografía 4. Residuo de impermeabilizante prefabricado



Fuente: fotografía del autor, noviembre de 2022

Fotografía 5. Retiro de loseta cerámica y cementante



Fuente: fotografía del autor, noviembre de 2022

Cada etapa constructiva sigue ciertos procedimientos que incluyen la preparación, la elaboración y la puesta en funcionamiento; en estricto sentido, cada una de las etapas requiere materiales de los que eventualmente desecha una proporción. Esta proporción tiene una estrategia metodológica convencionalmente reconocida para calcularse, de forma que cada etapa es responsable de una parte alícuota. Subdividir las etapas y describir sus procedimientos tienen que ver con el cálculo de sus residuos individualmente y en conjunto. El sector tendría una contribución entonces, que proviene de diferentes momentos y por tanto, su estimación sería suficiente para ser reconsiderados o ajustados, evitando o mitigando su respectiva huella ambiental.

En lo que respecta al reconocimiento político de las prácticas constructivas actuales, solo podría mencionarse que desde la perspectiva nacional se reconoce a los residuos provenientes de la construcción como de manejo especial, pero en función de los volúmenes generados. Esto vuelve impreciso cualitativamente su comprensión, es decir, de qué forma se compone el volumen general estimado en el sector y cuáles de sus componentes son responsables de una contaminación compleja difícil de metabolizar, ¿los procedimientos o las estrategias de gestión permiten identificar la heterogeneidad que los compone? (ver fotografía 6).

Fotografía 6. Residuos a tiro libre, producto de las diferentes etapas constructivas



Fuente: fotografía del autor, noviembre de 2022

Las etapas constructivas reconocidas convencionalmente en la literatura contribuyen cualitativamente con ciertos tipos de residuos, de forma que los preliminares se concentran en materiales naturales o en su defecto, los acabados incluyen aquellos componentes difíciles de metabolizar. Una segunda condición sería cuantitativa; la vivienda desde las categorizaciones planteadas en la nomenclatura urbana se refiere a la densidad de población, el área de predio y el área construida que en estricto sentido se explican desde el nivel de ingreso o las particularidades urbanas. Para propósitos de este estudio se consideran las categorías por área construida, incluyendo residencial, densidad media y densidad alta.

La referencia de la densidad de construcción sería la más importante para calcular el volumen agregado desde cada etapa constructiva, es decir a mayor cantidad de mts² construidos mayor es la generación de residuos. También puede observarse una composición más heterogénea en función del tipo de vivienda; viviendas de baja densidad con menor cantidad de mts² construidos contribuyen con menores volúmenes y menos heterogéneos y en el caso opuesto, el uso residencial genera mayores volúmenes y más heterogéneos. Se trata de una huella diferenciada que es imprescindible identificar, para ser traducido al marco político.

Para operativizar el cálculo del volumen y tipo de residuos generados según la densidad de construcción, se estandarizan los mts² construidos por cada uno de los usos habitacionales, incluyendo residencial, nivel medio e interés social (ver tabla 6, imagen 1, 2, 3) dado que los tres suman 91,95% de todos los usos del suelo habitacional en Cuernavaca. Subrayar que 4 de cada 10 mts² construidos en el uso habitacional provienen del interés medio, el cual es el mayor representado localmente. El programa de desarrollo urbano de centro de población vigente provee una distribución de los usos habitacionales según densidad de construcción. Esto permite estimar los usos entre 1980 y 2020, comprobando dichas densidades desde la fotointerpretación de imágenes satelitales de libre acceso, particularmente para las décadas de 2010 y 2020.

Puede observarse en la lectura del PDUCP de Cuernavaca y la fotointerpretación de imágenes satelitales que la ciudad experimenta una expansión urbana entre 1980 y 2000, de densidades residencial y nivel medio en la periferia urbana, mientras que en las décadas de 2000 a 2020 es por redensificación

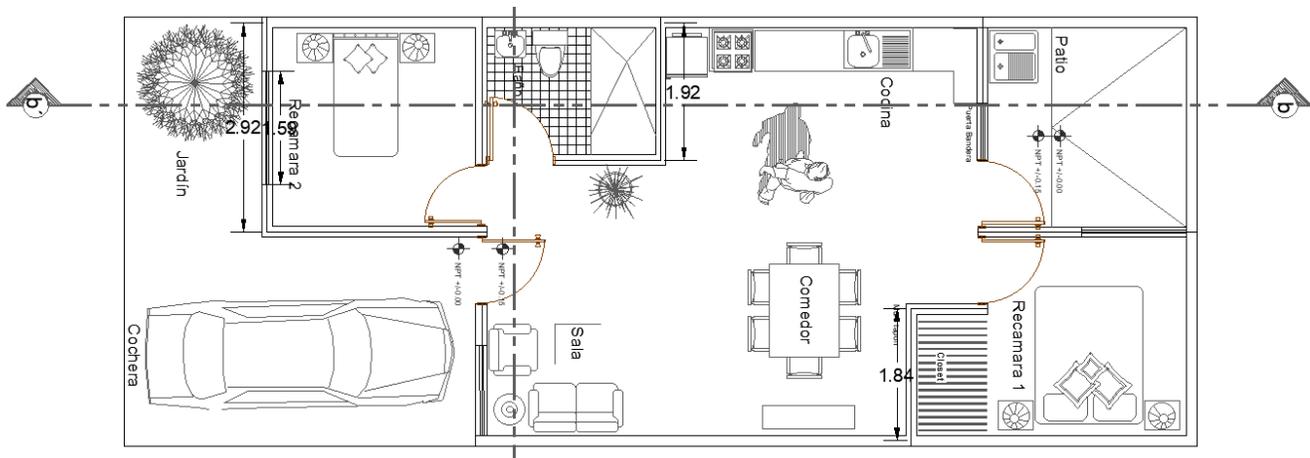
de usos residenciales, los cuales se transforman en usos de nivel medio y bajo en el interior de la ciudad.

Tabla 6. Categoría de uso habitación, según densidad de construcción (mts²)

Tipo de vivienda	m ²
Interés Social	60
Nivel Medio	120
Residencial	< 120

Fuente: Elaboración propia

Imagen 1. Vivienda de Interés Social



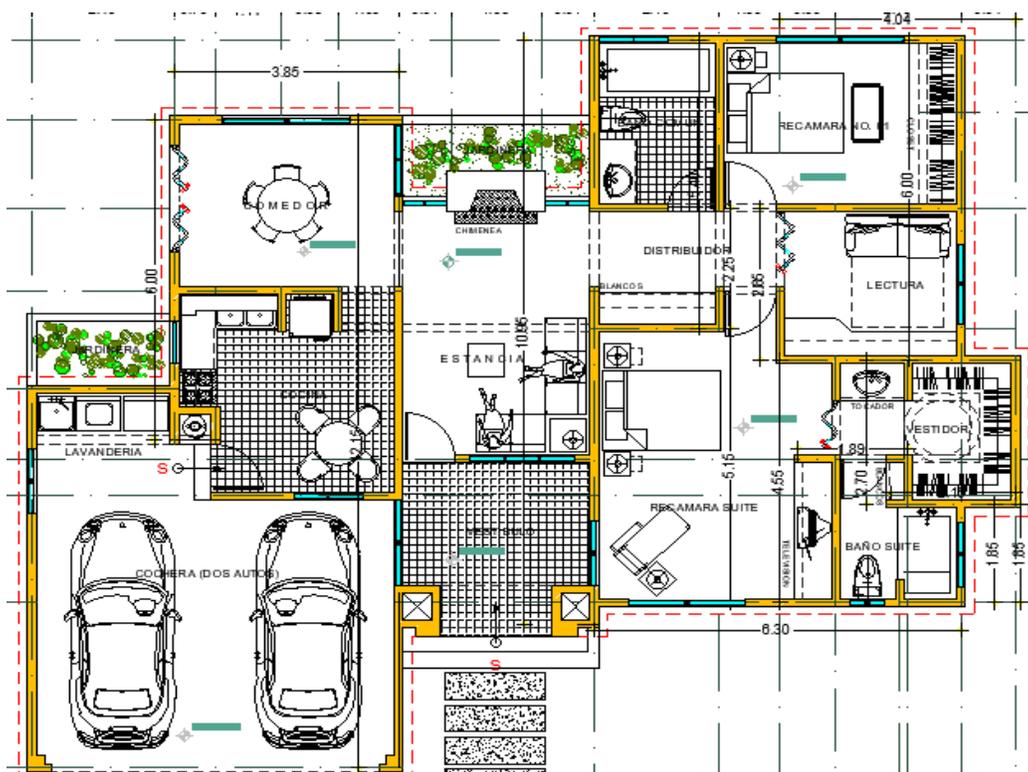
Fuente: proyectos propios

Imagen 2. Vivienda Nivel Medio



Fuente: proyectos propios

Imagen 3. Vivienda Residencial



Fuente: proyectos propios

Una vez estandarizados los mts^2 construidos por uso habitacional se estiman los residuos en tres etapas: a) el cálculo de la proporción de desperdicio manejado en la literatura técnica desde los números generadores, es decir desde la estimación del volumen de obra por etapa (ver tabla 7, 9, 11) para cotizar el material utilizable. Esto implica seguir un procedimiento que es próximo a la realidad y por ende, útil para la comprobación de la huella ambiental en el caso del uso habitacional; b) la sumatoria de las contribuciones por etapa constructiva para obtener un volumen general, según el tipo de uso habitacional (ver tabla 8. 10, 12). Para propósito de la estandarización, el volumen total por tipo de uso del suelo habitacional sirve de factor para ser multiplicado por el área total del tipo de uso del suelo total calculado por década en la ciudad.

Tabla 7. Generación de residuos en vivienda de Interés Social

Uso de suelo	Habitacional	% de desperdicio	Partida	Residuos	
		22	Excavación	Material de excavación	13.94 m3
		3	Plantilla	concreto	0.08 m3
		3	Cimentación	piedra	2.22 m3
				concreto	0.48 m3
				varilla	0.15 ton
				Alambre	0.75 kg
		3	Dala de desplante	Alambron	4.20 kg
				concreto	0.05 m3
				madera	0.92 pza
				concreto	0.20 m3
		3	Firme	Malla electrosoldada	2.36 m2
		3	Muro	Block	44.03 pzs
				concreto	0.06 m3
				varilla	0.01 ton
				alambron	4.30 kg
		3	Castillos	alambre	0.95 kg
				concreto	0.06 m3
				madera	0.92 pza
				concreto	0.05 m3
				varilla	0.28 ton
		3	Cadena cerramiento	alambre	0.75 kg
				Alambron	4.20 kg
				madera	0.92 pza
				concreto	0.28 m3
		3	Losa	varilla	0.08 ton
				alambron	4.59 kg
				concreto	0.01 m3
		3	Pretil	Block	12.77 pzs
		3	Aplanado	concreto	0.18 m3
		3	Loseta	Loseta	2.26 m2
				Crest	0.81 bulto
		3	Pintura	Pintura	1.80 lts
				Sellador	0.36 lts
		3	Impermeabilización	Impermeabilizante	3.21 m2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Generación de residuos en vivienda Nivel Medio

Uso de suelo	Habitacional	desperdicio	Partida	Residuos	
		35	Excavación	Material de excavación	26.21 m3
		3	Plantilla	concreto	0.14 m3
		3	Cimentación	piedra	1.57 m3
				concreto	0.34 m3
				varilla	0.15 ton
				Alambre	0.75 kg
		3	Dala de desplante	Alambron	4.20 kg
				concreto	0.07 m3
				madera	0.92 pza
				concreto	0.36 m3
		3	Firme	Malla electrosoldada	4.08 m2
		3	Muro	Block	65.64 pzs
				concreto	0.06 m3
				varilla	0.01 ton
				alambron	4.30 kg
		3	Castillos	alambre	0.95 kg
				concreto	0.098 m3
H2	Nivel medio			madera	0.92 pza
				concreto	0.07 m3
				varilla	0.28 ton
		3	Cadena cerramiento	alambre	0.75 kg
				Alambron	4.20 kg
				madera	0.92 pza
				concreto	0.53 m3
		3	Losa	varilla	0.08 ton
				alambron	4.59 kg
				concreto	0.00 m3
		3	Pretil	Block	13.34 pzs
		3	Aplanado	concreto	0.30 m3
		3	Loseta	Loseta	4.03 m2
				Crest	0.81 bulto
		3	Pintura	Pintura	3.06 lts
				Sellador	0.72 lts
		3	Impermeabilización	Impermeabilizante	4.83 m2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Generación de residuos en vivienda Residencial

Uso de suelo	Habitacional	^{70 UC} desperdicio	Partida	Residuos	
H1	Residencial	35	Excavación	Material de excavación	33.87 m3
		3	Plantilla	concreto	1.18 m3
		3	Cimentación	piedra	2.03 m3
				concreto	0.43 m3
		3	Dala de desplante	varilla	0.15 ton
				Alambre	0.75 kg
				Alambron	4.20 kg
				concreto	0.10 m3
		3	Firme	madera	0.32 pza
				concreto	0.45 m3
		3	Muro	Malla electrosoldada	5.17 m2
				Block	84.59 pzs
		3	Castillos	concreto	0.70 m3
				varilla	0.01 ton
				alambron	4.30 kg
				alambre	0.75 kg
				concreto	0.098 m3
				madera	0.92 pza
				concreto	0.10 m3
				varilla	0.15 ton
3	Cadena cerramiento			alambre	0.75 kg
				Alambron	4.20 kg
3	Losa	madera	0.92 pza		
		concreto	0.84 m3		
3	Pretil	varilla	0.08 ton		
		alambron	4.59 kg		
3	Aplanado	concreto	0.023 m3		
		Block	28.29 pzs		
3	Loseta	concreto	0.54 m3		
		Loseta	4.35 m2		
3	Pintura	Crest	0.81 bulto		
		Pintura	5.40 lts		
3	Impermeabilización	Sellador	1.26 lts		
3		Impermeabilizante	6.14 m2		

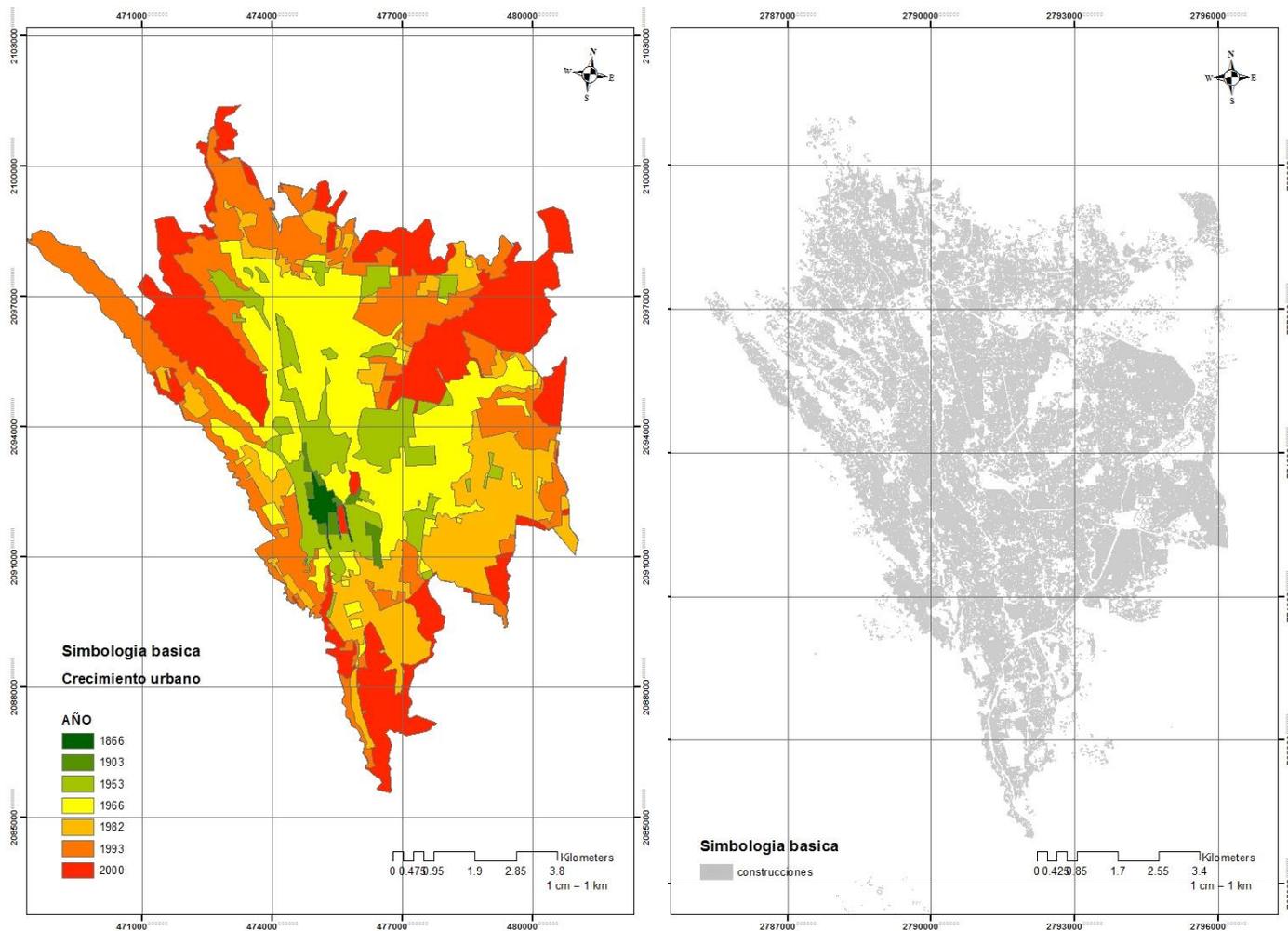
Fuente: Elaboración propia

c) el factor de generación de residuos por tipo de uso del suelo habitacional es multiplicado por el área total edificada calculado por década; esto implica revisar la expansión urbana de Cuernavaca históricamente e identificarla por tipo de suelo habitacional, es decir solo aquella correspondiente a cada uno de sus subtipos con el objeto de obtener el total de residuos generados. Para ello, se utiliza el plano de expansión urbana histórica (INEGI, 2010) (ver mapa 2), el plano catastral 2020 (Registro Público de la Propiedad, 2020) (ver mapa 3) y se subdividen las capas de usos habitacionales por densidad de construcción.

Precisiones importantes en torno a la expansión urbana serían que el período de análisis es de 1980 a 2020; el inicio sería justo en la década que precedió a un incremento de la migración a la ciudad, lo que sostuvo la demanda de vivienda de interés medio hasta el 2000, siendo la periferia el principal sitio de la expansión. Desde este año, el interés por avecindarse en la entidad se transfirió a municipios periféricos de Cuernavaca, pero de 2000 a 2020 se registra una redensificación de usos de baja densidad a alta densidad habitacional en la ciudad.

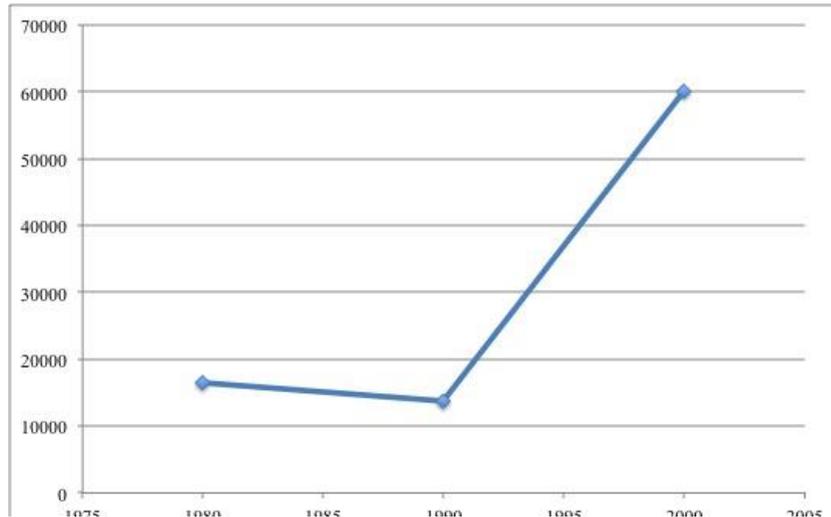
En términos de área solamente, de 1990 en adelante la construcción de uso habitacional se multiplicó cerca de 400% (ver gráfica 2); parte de dicha dinámica es explicada por la movilidad de población de la ciudad de México a Cuernavaca como consecuencia del sismo de 1985, así como la mejora de accesibilidad a la ciudad, ofreciendo un tiempo de traslado relativamente corto y, por otro lado, una oferta de suelo para mandos medios y altos ocupados en la ciudad de México.

Mapa 2. Expansión urbana de Cuernavaca. 3. Plano catastral 2020,



Elaboración propia basada INEGI, 2010; Registro Público de la Propiedad, 2020.

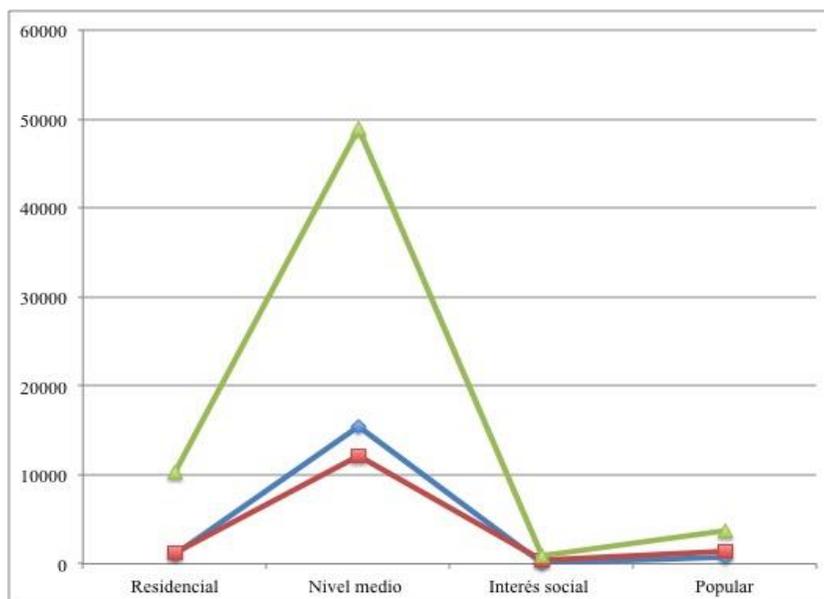
Gráfica 1. Área habitacional por década (1980-2020)



Elaboración propia basada en Programa de desarrollo urbano de centro de población

En la expansión urbana de 1980 a 2020, el uso de suelo habitacional que más se incrementa es el de interés medio, lo cual implica que la población que se avecinda busca un espacio en Cuernavaca a un costo relativamente accesible, es decir un mercado para un área construida que redensifica el uso urbano de la ciudad. Es característico de 2000 a 2020, siguiendo esta lógica que se sustituya el suelo habitacional residencial por un uso medio, como se observa en la gráfica 2.

Gráfica 2. Área habitacional por década (1980-2020)



Elaboración propia con base en Programa de desarrollo urbano de centro de población, 2006.

2.2.2 Residuos por uso de suelo habitacional

Las prácticas constructivas convencionales en Cuernavaca han dejado como resultado una generación de residuos, para los que no existe una regulación específica en ningún instrumento de orden urbano o constructivo. Esto implica que la expansión urbana por década demuestra una contribución permanente al proceso de contaminación, sin una gestión mínima, con una disposición sin tratamiento y con la falta de prevención o estrategias de reutilización.

Considerando la tasa de crecimiento urbano, se estima que 6 de cada 10 m² corresponden a usos del suelo habitacional, distribuidos 17.03% en residencial, 15.89% nivel medio y 25.62% vivienda popular o de interés social. El volumen de generación de residuos es proporcional a la expansión por tipo de suelo con algunas precisiones; a) el uso del suelo residencial refleja un volumen 3 veces

mayor en los principales componentes de la estructura, por unidad de área construida, incluyendo material de excavación, block y alambión (ver tabla 8, 10, 12), así como en los componentes asociados a acabados, particularmente impermeabilizante, sellador e impermeabilizante; b) si bien los contaminantes de la estructura son mayores, también representan menos dificultades para su manejo o recuperación, en contraste con aquellos provenientes de los acabados.

Tabla 8. Total de residuos en vivienda de Interés Social

Material	Cantidad Residuo	Unidad
Material de excavación	13.94	m3
Concreto	1.45	m3
Piedra	1.45	m3
Varilla	0.52	ton
Alambre	2.45	kg
Alambion	12.7	kg
Malla electrosoldada	2.36	m2
Block	56.8	pzs
Loseta	2.26	m2
Crest	0.81	Bulto
Pintura	1.8	lts
Sellador	0.36	lts
Impermeabilizante	3.21	m2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Total de residuos en vivienda Nivel Medio

Material	Cantidad Residuo	Unidad
Material de excavación	26.21	m3
Concreto	1.968	m3
Piedra	1.57	m3
Varilla	0.52	ton
Alambre	2.45	kg
Alambron	17.29	kg
Malla electrosoldada	4.08	m2
Block	78.98	pzs
Loseta	4.03	m2
Crest	0.81	Bulto
Pintura	3.06	lts
Sellador	0.72	lts
Impermeabilizante	4.83	m2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Total de residuos en vivienda Residencial

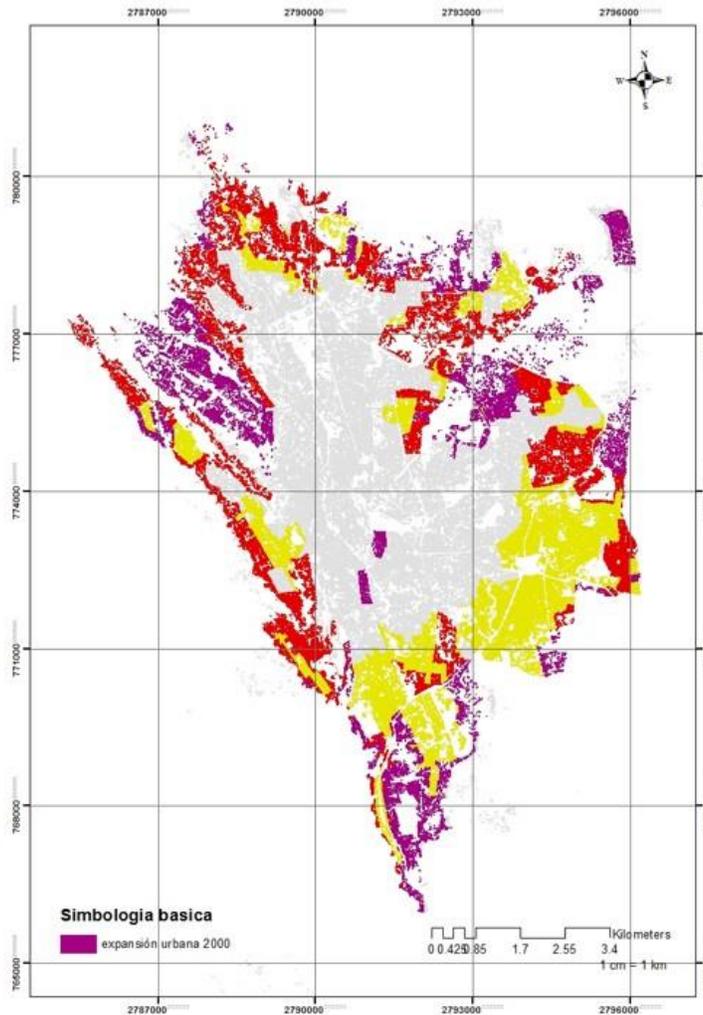
Material	Cantidad Residuo	Unidad
Material de excavación	33.87	m3
Concreto	4.461	m3
Piedra	2.03	m3
Varilla	0.39	ton
Alambre	2.25	kg
Alambron	17.29	kg
Malla electrosoldada	5.17	m2
Block	112.88	pzs
Loseta	4.35	m2
Crest	0.81	Bulto
Pintura	5.4	lts
Sellador	1.26	lts
Impermeabilizante	6.14	m2

Fuente: Elaboración propia

Dadas las particularidades de generación de residuos según tipo de vivienda es posible generar estrategias de manejo para su reincorporación o tratamiento. En cualquier caso, la recuperación requiere un equipamiento urbano diseñado ex profeso que sea capaz de recuperar en la zona que más se requiere. Ya sea por unidad registrada y por tipo; dicho equipamiento puede replantearse, así como por

los efectos diferenciados que podrían calcularse para la ciudad toda vez que se estiman de forma agregada por década.

Mapa 7. Expansión urbana de Cuernavaca de 1980-2000

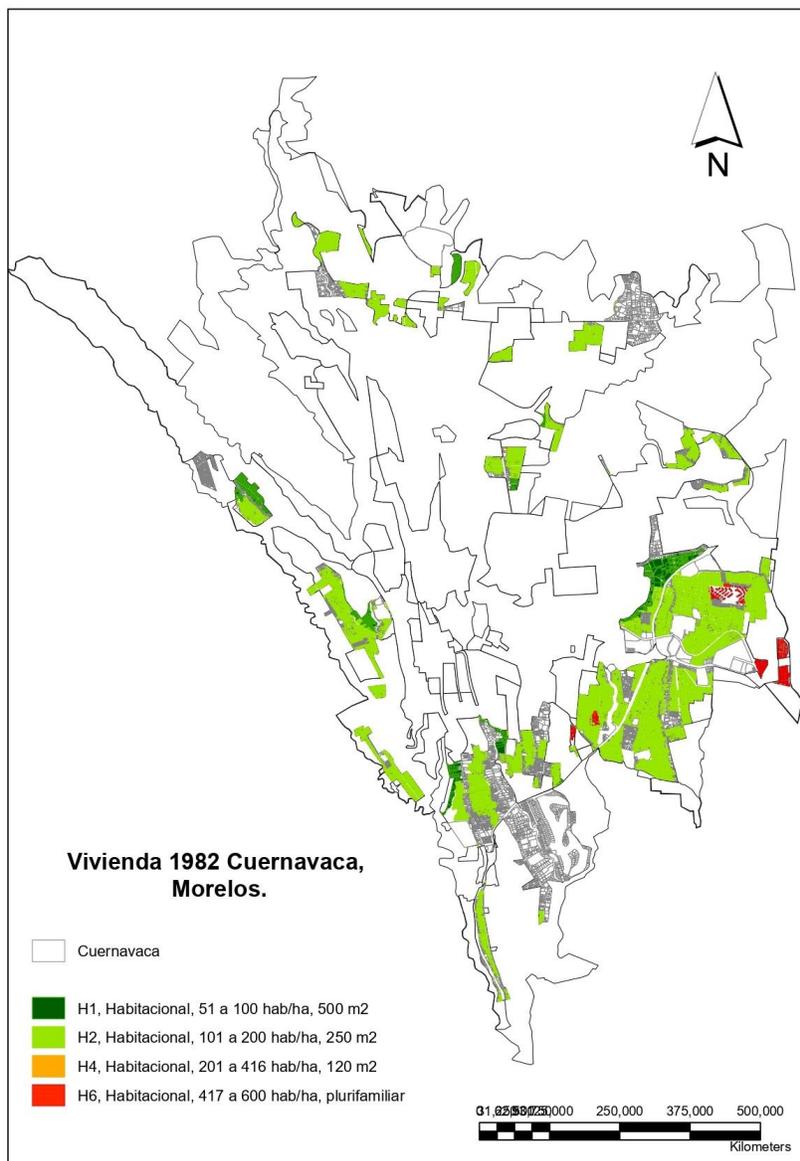


Fuente: Elaboración propia

La generación de residuos de la construcción entre 1980 y 1990 ilustra dos componentes fundamentales del proceso; el primero tiene que ver con la ubicación de las fuentes directas por volumen agregado, por tipo de residuo y por tipo de uso del suelo, pero de la misma forma, la posible distribución de áreas diseñadas ex profeso para su recuperación. A cada volumen le corresponde como efecto directo

del proceso históricamente determinado un área para recuperarlo. Es decir, una forma política urbana para su tratamiento. En la década de 1980 a 1990, la cantidad de vivienda de nivel medio es proporcionalmente mayor a los densidad baja y alta respectivamente, como se observa en el mapa 8.

Mapa 8. Vivienda en Cuernavaca.1982



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al plano catastral, se observa que la cantidad de viviendas construidas ocuparon 16,450 mts², de los cuales 15366 mts² son de nivel medio. Según esta cantidad de viviendas es posible calcular la cantidad de residuos por etapa constructiva y tipo de uso del suelo, siendo el material derivados de block, excavación y fierro los que más contribuyen, generando 1,213,606 m³, 402,742 m³ y 265,678 m³, respectivamente, ver tabla 13

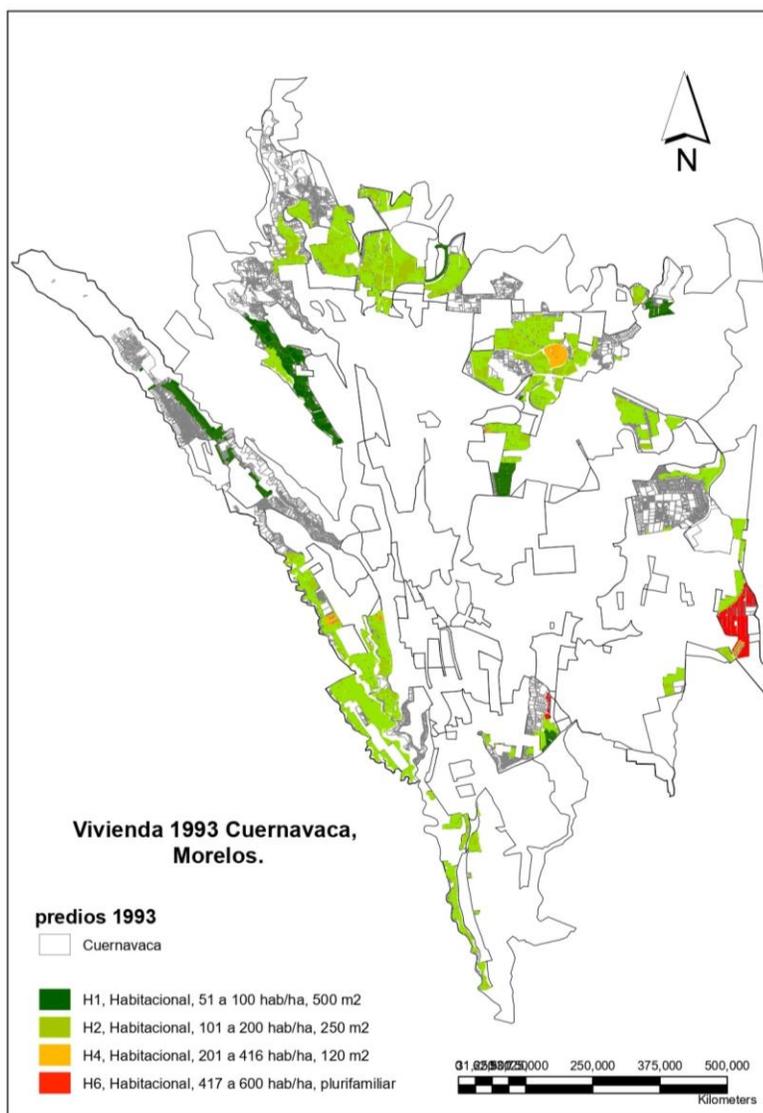
Tabla 13. Área construida por uso habitacional (1982)

Uso de suelo	Tipo de vivienda	Área construida	Área construida total
H1	Residencial	1,068 m2	16,450 m2
H2	Nivel Medio	15,366 m2	
H4	Interés Social	16 m2	
H6	Popular	719 m2	

Fuente: Elaboración propia

De 1900 al 2000 también se observa un crecimiento del uso del suelo habitacional de nivel medio, como se observa en el mapa 9.

Mapa 9. Vivienda en Cuernavaca.1993



Fuente: Elaboración propia

En esta década, 2,205 viviendas fueron edificadas con la prevalencia de uso de suelo habitacional nivel medio. Al calcular la generación de residuos destaca el block contribuyendo con 955,658 m³, material de excavación produciendo 317,141 m³ y fierro 209,209 m³, respectivamente, ver tabla 14

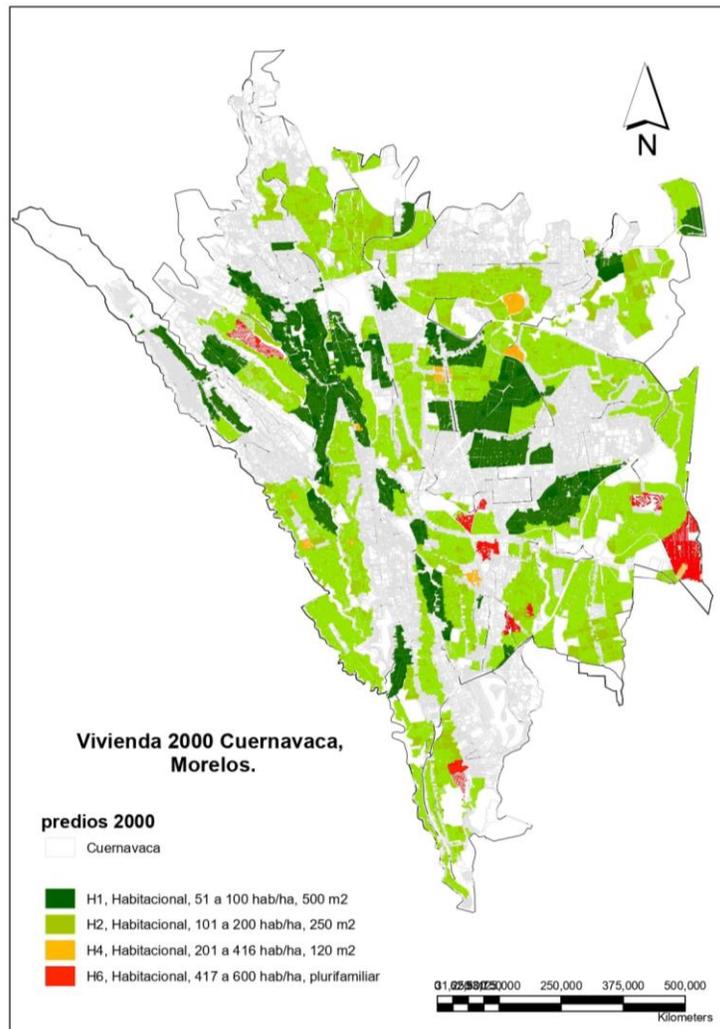
Tabla 14. Área construida por uso habitacional (1993)

Uso de suelo	Tipo de vivienda	Área construida	Área construida total
H1	Residencial	1,284 m ²	13,737 m ²
H2	Nivel Medio	12,100 m ²	
H4	Interés Social	353 m ²	
H6	Popular	1,458 m ²	

Fuente: Elaboración propia

En la década del 2000 la vivienda de nivel medio se mantuvo, aunque la vivienda de tipo residencial (H1) también creció, con sus respectivas contribuciones a la densificación del territorio y a la generación de residuos de la construcción (ver mapa 10)

Mapa 10. Vivienda en Cuernavaca 2000



Fuente: Elaboración propia

La década del 2000 tuvo un aumento en el área constructiva en el tipo Residencial de 10,371 m² y nivel medio de 48,879 m². La mayor generación de residuos producida y calculada por estos tipos de vivienda son en nivel medio, Block con 3,860,463 m³, material de excavación 1,281,118 m³ y fierro 845,117 m³, mientras que en la vivienda de tipo residencial se genera residuos de block contribuyendo con 1,170,678 m³, material de excavación produciendo 351,265 m³ y fierro 179,314 m³, respectivamente, ver tabla 15

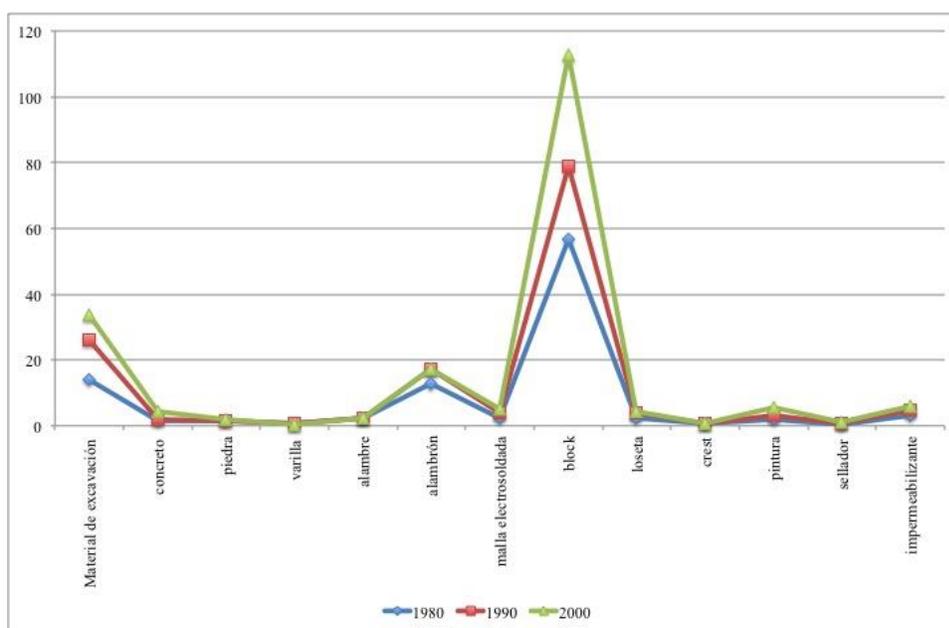
Tabla 15. Área construida por uso habitacional (2000)

Uso de suelo	Tipo de vivienda	Área construida	Área construida total
H1	Residencial	10,371 m ²	60,100 m ²
H2	Nivel Medio	48,879 m ²	
H4	Interés Social	850 m ²	
H6	Popular	3,731 m ²	

Fuente: Elaboración propia

Considerando los volúmenes de residuos por tipo se observa aquellos provenientes de la excavación y los bloques para muros sería los mayores como se observa en la gráfica 3.

Grafica 3. Residuos por tipo

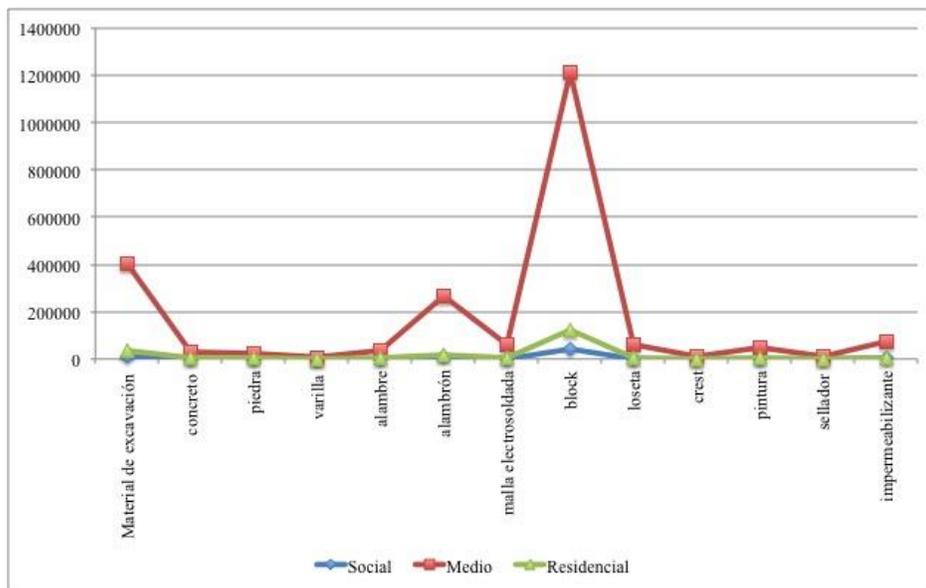


Fuente: Elaboración propia

En lo que respecta a la generación de residuos por tipo de material de origen y por uso del suelo habitacional demuestran dos condiciones centrales para una posible política pública; el primero es que el interés medio es hasta 2000 el que más

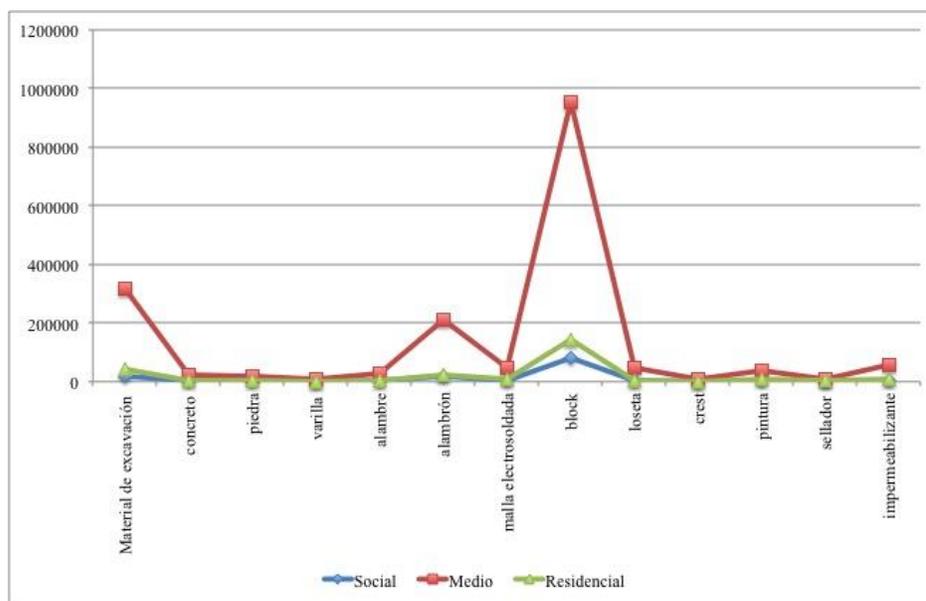
genera en términos agregados materiales de excavación, fierro y block, pero posteriormente esto es superado por los usos residenciales, ver grafica 4, 5 y 6.

Grafica 4. Residuos por tipo de uso del suelo, y material (1980)



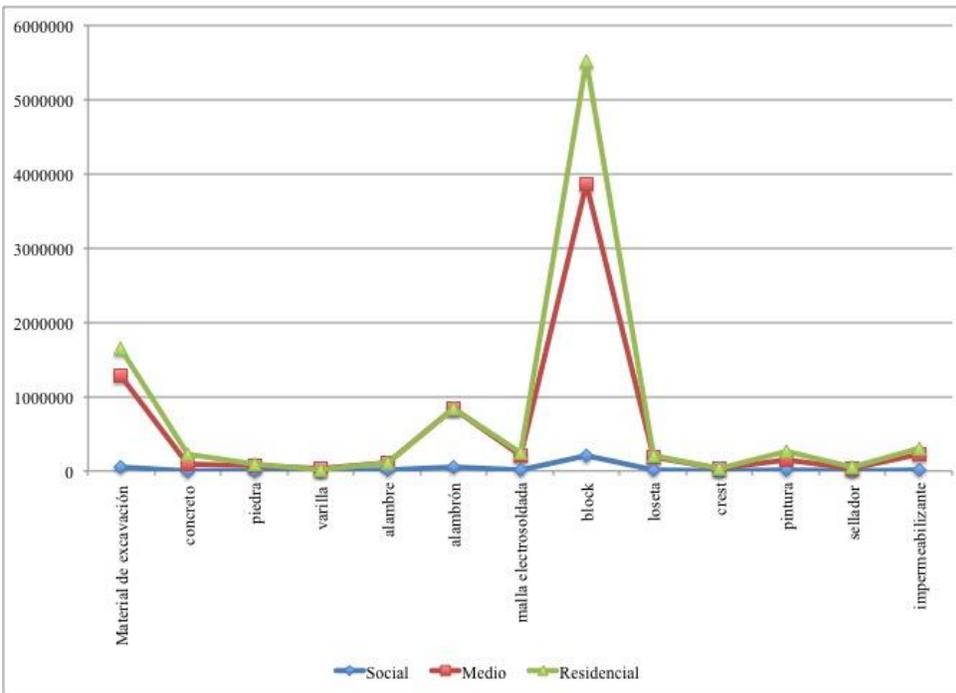
Fuente: Elaboración propia

Grafica 5. Residuos por tipo de uso del suelo, y material (1990)



Fuente: Elaboración propia

Grafica 6. Residuos por tipo de uso del suelo, y material (2000)



Fuente: Elaboración propia

El 84% de los residuos de la construcción provienen del block, material de excavación y fierro en general. Esto implica que al no tener un correcto manejo y disposición, estos residuos se convierten en un peligro para el ambiente y la salud humana, generando costos económicos por la remediación y los tratamientos de las enfermedades producidos.

Reflexión capitular

La expansión urbana corresponde a un proceso económico que tiende a la concentración de emplazamientos productivos; las regiones en las que esta dinámica territorial es mayor, también se demuestra una acumulación de desequilibrios que han escalado de forma que se ha comprometido su funcionamiento mismo. Esto implica que el tamaño, la estructura y la distribución del fenómeno urbano sobre el territorio alcanza una tasa de crecimiento por arriba de la capacidad de carga del ecosistema. Se estima que para 2030, las ciudades concentrarán 83.3% de la población nacional; y considerando que son las áreas urbanas los principales generadores de residuos en el planeta, se vuelve relevante el estudio de sus impactos en el territorio.

En la ciudad Cuernavaca, Morelos, la ocupación del suelo se caracteriza porque 7 de cada 10m² son uso habitacional, representando 63.33% del área considerada habitacional; en ella se asienta predominantemente población de escasos recursos quienes en su búsqueda por hacerse de una vivienda han dado origen a asentamientos inadecuados e incluso planteados como ilegales, pues no logran acceder a suelo urbano económico o con una adecuada localización, considerando que las mejores ubicaciones periurbanas son acaparadas por el mercado inmobiliario.

Ambos fenómenos contribuyen a la contaminación del medio ambiente, ya que la construcción de vivienda, plazas comerciales e infraestructura incrementó la cantidad de residuos de la construcción y demolición en concordancia con los requerimientos del mercado, dichas condiciones no cuentan con una regulación específica de orden urbano o constructivo, ocasionando costos sociales y

económicos por la remediación y los tratamientos de las enfermedades producidos por este sector; analizar las características de este fenómeno permite identificar los volúmenes generados por la edificación misma, e incluso mitigar costos asociados a la salud, con base en la prevención.

Sin embargo, la generación de residuos de la construcción se presenta de manera diferenciada entre los sectores económicos, por tanto, también puede evidenciarse en los usos de suelo urbano a través del estudio de su aporte en volumen y tipo. En este sentido, la estimación de residuos generados entre los años 1980-1990, donde la de vivienda de nivel medio predominaba en la ciudad, se caracterizó por contener residuos de block, suelo retirado por la excavación y fierro, materiales sobrantes de las diferentes etapas constructivas. Para el 2000-2010 se incrementó en el área construida de tipo residencial, aunque fue el habitacional nivel medio (H2) continuó siendo el mayor generador de residuos del sector.

De hecho, el uso de suelo habitacional H2 es el que más ha contribuido con la producción de estos desechos a lo largo del tiempo, representa 84% de residuos de la construcción. Este análisis permite plantear que su disposición o tratamiento para su reincorporación e incluso para su disposición final, disminuyen la huella arquitectónica que se produce por la demanda de vivienda como consecuencia de la expansión urbana.

Capítulo III. Costos económicos y sociales de la contaminación asociada a la construcción

El injusto orden internacional vigente, el cual ha ocasionado problemas ambientales de gran magnitud y complejidad, generados por el incremento en las tasas de explotación de recursos y la creciente acumulación de desechos provenientes de los procesos productivos, motivo por el cual es necesario contribuir en la búsqueda de alternativas que viabilicen el desarrollo humano sostenible. Todo ello implica la necesidad de buscar una nueva concepción que integre de forma armónica a la economía y a la ecología. La economía ecológica busca soluciones concretas a los problemas ambientales que padece la humanidad, incluidos los de las generaciones venideras. Permitiendo analizar y valorar tanto las entradas como las salidas de materias, energía y desechos, tratando de dar una respuesta integral al problema del estudio de las relaciones población, medio ambiente y desarrollo por diferentes caminos que conllevan al desarrollo sostenible (Cabrera Trimiño, 1997)

Esto contribuye a comprender mejor la articulación de los procesos económicos, políticos, ecosistémicos, geográficos, culturales y sociales que caracterizan a una problemática poblacional- ambiental concreta generada en el proceso de desarrollo; cabe señalar la fuerte influencia que han tenido los análisis ecosistémicos, la pérdida de la biodiversidad, el manejo sostenible de los bosques, el mal manejo de los suelos, la contaminación producida por la agricultura química y el monocultivo sobre el desarrollo de la economía ecológica. Así, la economía neoclásica ha generado métodos de análisis y valoración de ciertos impactos ambientales con el propósito de incorporar “funciones de daño” dentro de los

factores de riesgo que generan la morbilidad y la mortalidad (Cabrera Trimiño, 1997)

Las actividades humanas principalmente la quema de carbón y otros combustibles fósiles, agricultura, ganadería industrial, urbanización, pero también la producción de cemento, la deforestación y otros cambios en el paisaje emitieron aproximadamente 40 mil millones de toneladas métricas de dióxido de carbono en 2015 (NDAA, 2016) cambiando la composición de la atmósfera, elevando las concentraciones de ozono, convirtiéndose en un contaminante ambiental y aumentando la temperatura en el planeta; una de las causas más conocidas es la combustión, o quema de combustibles fósiles, los cuales producen gases de efecto invernadero, contribuyendo al calentamiento de la tierra, contaminación del aire y daños a la salud humana.

3.1 Partículas suspendidas PM10 y PM2.

La contaminación del aire representa un importante riesgo para la salud, más que el sida, la tuberculosis y la malaria, de hecho, respirar aire contaminado causa cuatro veces más muertes que estas tres enfermedades juntas, dando como resultado o acentuando problemas de asma, inflamación pulmonar y otros padecimientos respiratorios y cardiovasculares (UNAM, 2016), además se estima que nueve de cada diez humanos respira aire contaminado produciendo siete millones de muertes, según los cálculos de la Organización Mundial de la Salud, causadas por cinco dolencias, que algunas veces se dan de forma simultánea: neumonía, ictus, cardiopatía isquémica, enfermedad obstructiva pulmonar crónica y cáncer de pulmón. El sector más afectado es el de los niños, así como las personas que realizan sus trabajos en exteriores y las mujeres (OMS, 2022).

El aire puede estar contaminado por diversas partículas como polvo, polen, humo, quema de madera, carbón, diésel y de otros combustibles fósiles, también por la construcción de obras, ya sean obras públicas, edificios nuevos, remodelaciones, o demoliciones, siendo perjudiciales para la salud, estas son conocidas como partículas suspendidas (PM) y son una mezcla de gotas líquidas que se encuentran en el aire, la mayor parte de las cuales representan un peligro, dichas partículas se encuentran directamente vinculadas con el potencial para provocar problemas de salud tales como infartos de miocardio no mortales, latidos irregulares, asma agravada, función pulmonar reducidas, síntomas respiratorios aumentados en personas con enfermedades cardíacas o pulmonares, irritación en las vías respiratorias, tos o dificultad para respirar e incluso muerte prematura (EPA, 2023), clasificándose en dos grupos, las partículas pequeñas de menos de 10 micrómetros de diámetro (la milésima parte de un milímetro) (PM 10), estas suponen grandes problemas, debido a que pueden permanecer más tiempo en el aire consiguiendo penetrar hasta los lugares más profundos de los bronquios o de los pulmones y algunas hasta pueden alcanzar el torrente sanguíneo (OMS, 2022) (EPA, 2023) y las de 2.5 micrómetros de diámetro (PM 2.5) que tienen un efecto mayor en la salud humana, sobre todo en su composición, que puede ser más tóxica y se caracteriza principalmente por la presencia de sulfatos, nitratos, ácidos, metales y carbón negro que por sí solo ofrece una elevada toxicidad, porosidad y amplia superficie de contacto, por lo que puede absorber una gran variedad de químicos durante el proceso de combustión, incluidos los hidrocarburos aromáticos policíclicos, que son carcinogénicos o mutagénicos (SEMARNAT, 2021).

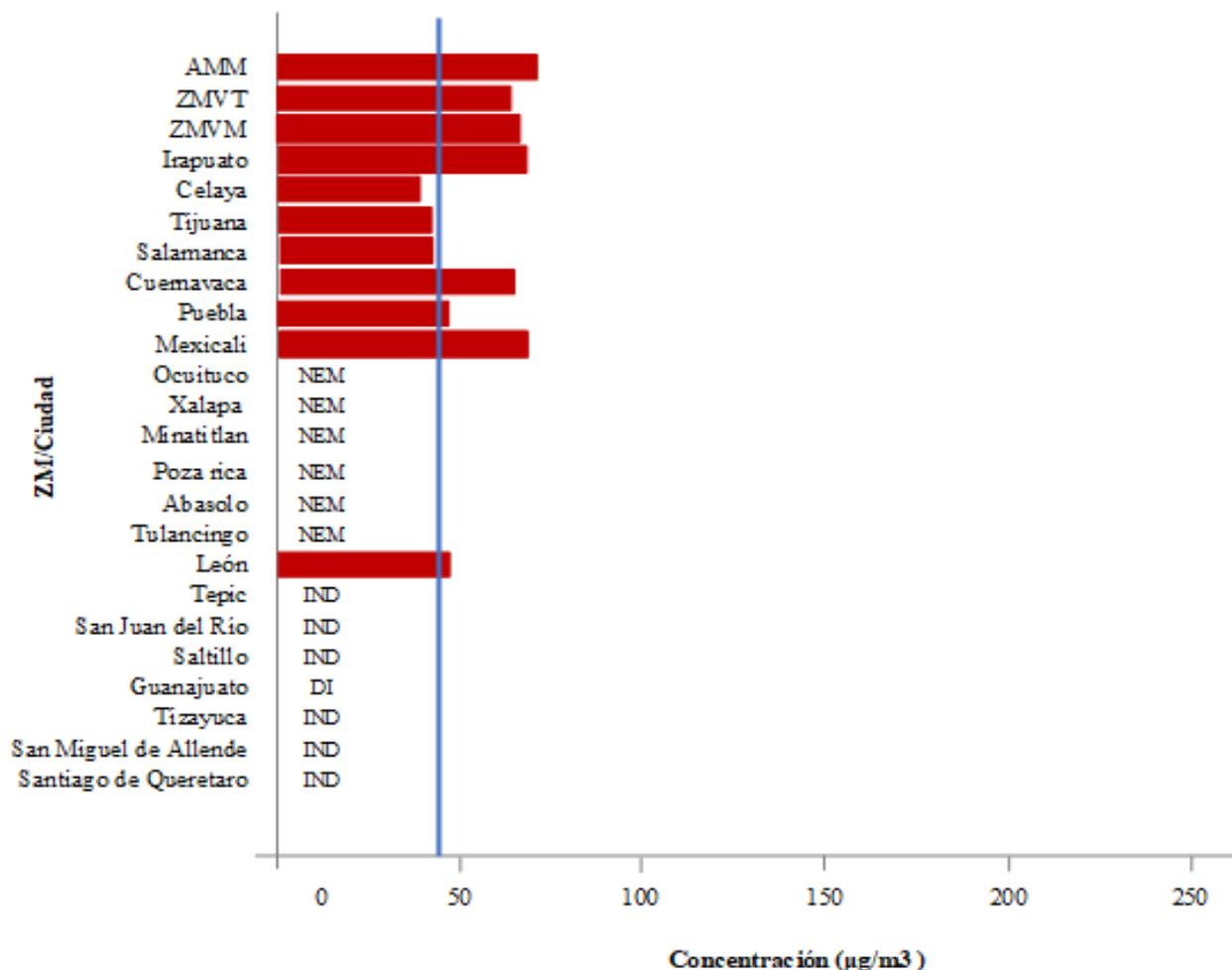
Según el informe Acciones sobre la calidad del aire del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2016), los países adoptan cada vez más políticas en favor de una mayor eficiencia energética, la reducción de contaminación industrial y la prohibición de quema de residuos. Sin embargo, esto representa un reto, tan solo el 31% de los países cuentan con mecanismos jurídicos para gestionar y combatir la contaminación del aire y el 43% de los países ni siquiera ha definido el término "contaminación atmosférica" en su legislación. Esta situación lleva a que gran parte de países no cuenten con mecanismos para medición y gestión de la calidad del aire (ONU, 2021).

En el país, desde hace más de 20 años, los gobiernos de la Ciudad de México y el estado de México han instrumentado conjuntamente programas para controlar las emisiones de contaminantes a la atmósfera y mejorar la calidad de aire de la capital. Un análisis realizado calculó la diferencia entre los niveles locales de PM_{2.5} en el aire en 2019 y 2022, demostrando que la Ciudad de México mejoró la calidad del aire al reducir en 3.3% las partículas PM_{2.5}, más que todas las capitales del continente americano (SEDEMA, 2023), al reducir la concentración de PM_{2.5} en el aire se reducen las muertes ocasionadas por, al menos, tres padecimientos específicos: enfermedades cardiovasculares, cáncer de pulmón y enfermedades pulmonares obstructivas crónicas (EPOC), si se cumpliera con las recomendaciones de la OMS, se evitarían, un total de 2,170 muertes prematuras, en comparación con las 1,317 que se evitarían de cumplir con la norma oficial mexicana respectiva, en 2010 (SEMARNAT, 2014).

No obstante, las concentraciones atmosféricas de ozono y partículas suspendidas menores a 2.5 y 10 micrómetros (PM_{2.5} y PM₁₀) exceden de manera

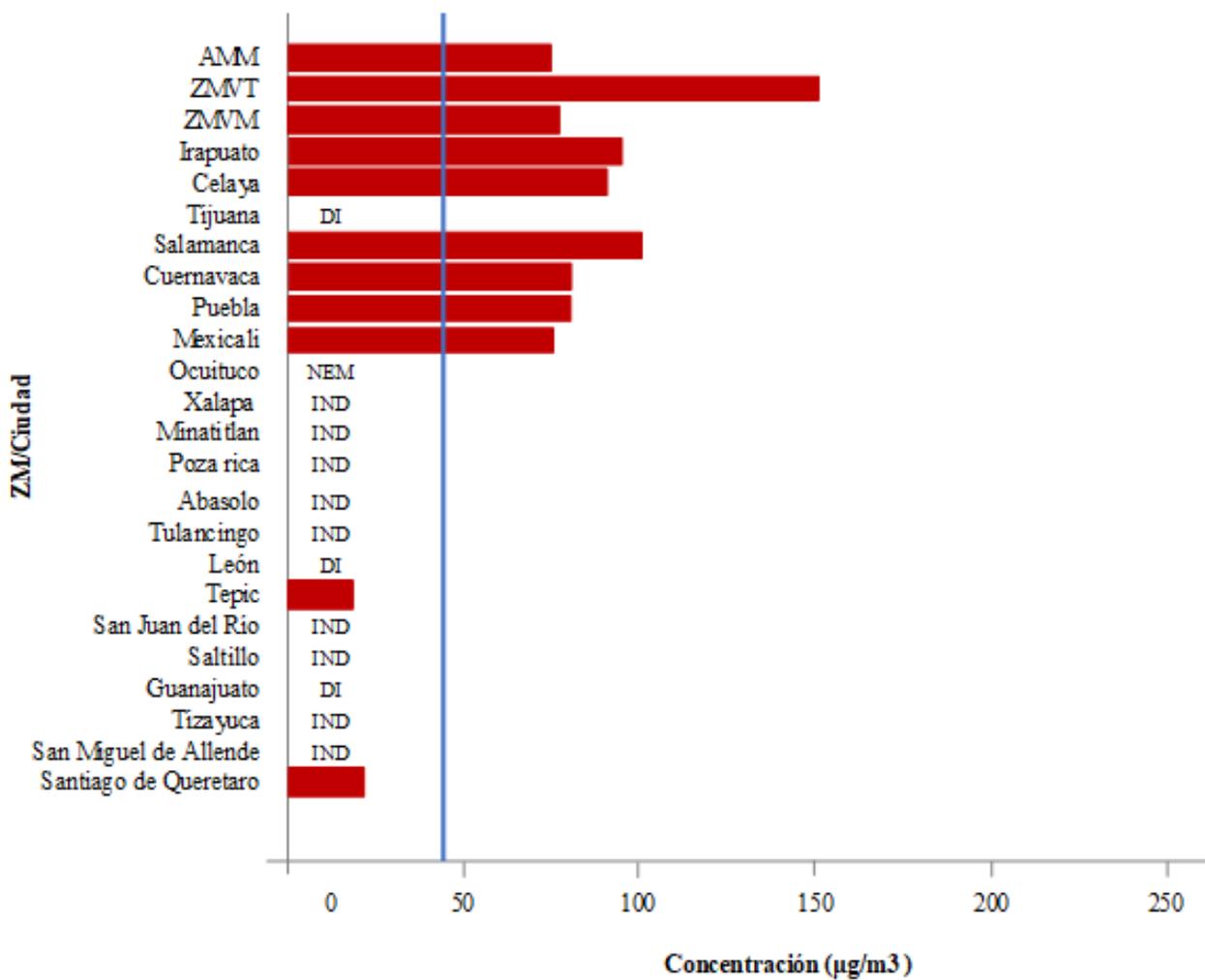
persistente las 150 ppb (partes por billón), una cifra que sobrepasa el máximo que permite la norma mexicana (NOM-020-SSA1-2021) de 90 ppb y que triplica los 51 que recomienda la Organización Mundial de la Salud (OMS) (El País, 2022), ver gráficas 7, 8 y 9. Lo anterior indica la necesidad de ajustar las estrategias para reducirla emisión de contaminantes atmosféricos en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) (Centro Mario Molina, 2014).

Gráfica 7. Cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana de Salud Ambiental de PM2.5, en ciudades y zonas metropolitanas de México en el año 2010



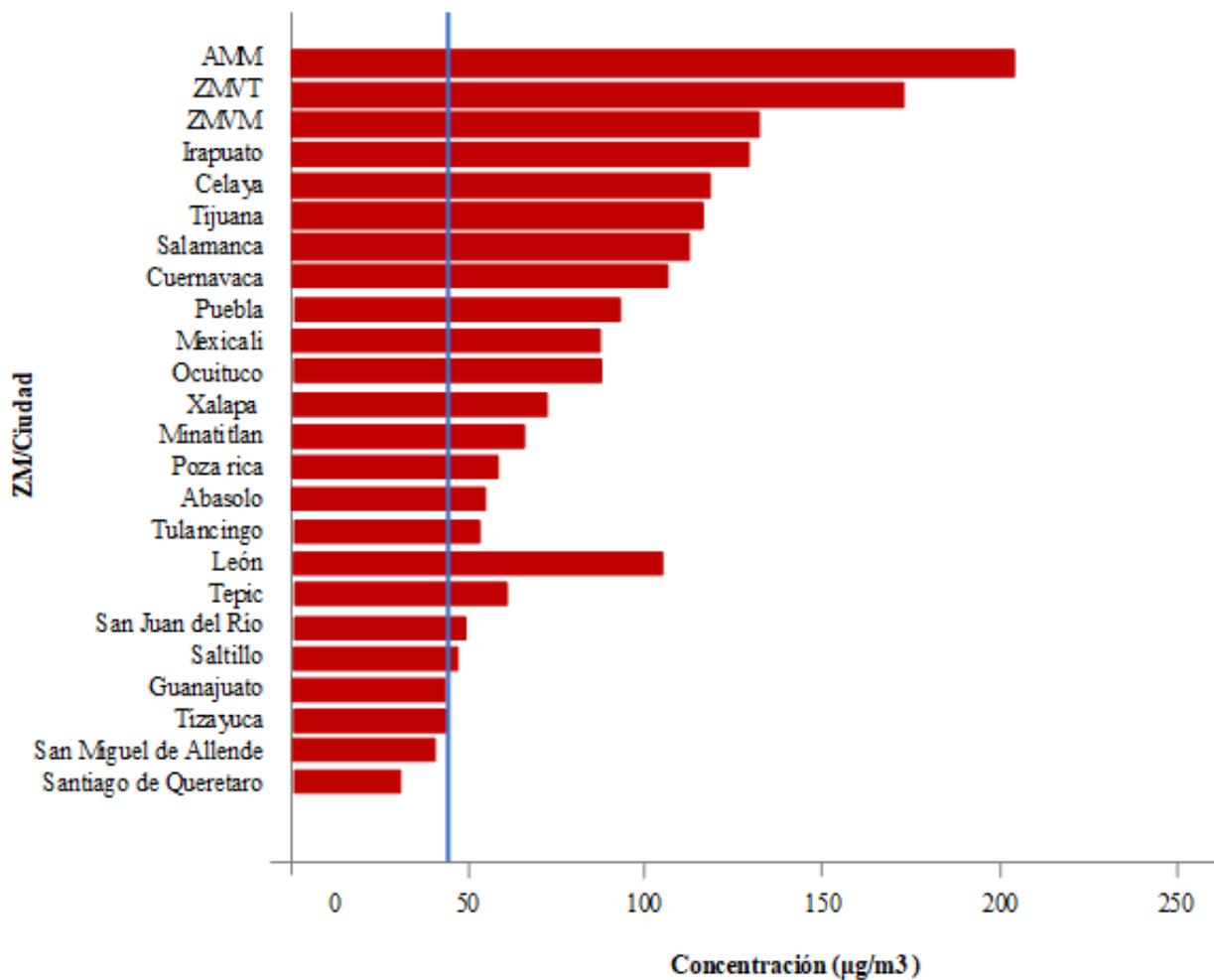
Fuente: Elaboración propia con datos del INSP e INEGI.

Gráfica 8. Cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana de Salud Ambiental de PM2.5, en ciudades y zonas metropolitanas de México en el año 2015



Fuente: Elaboración propia con datos del INSP e INEGI.

Gráfica 9. Cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana de Salud Ambiental de PM2.5, en ciudades y zonas metropolitanas de México en el año 2019



Fuente: Elaboración propia con datos del INSP e INEGI.

Dicha contaminación originada por la emisión de polvo y gases representa la principal afectación ambiental relacionada con las plantas de beneficio de áridos para la construcción; algunas de las operaciones que dan lugar a la mayor generación de polvo son, molinos demoldores (primario y secundario), cribas o zarandas vibratorias para la clasificación de los materiales, traspaso de material desde o hacia bandas transportadoras (transferencia continua) y traspaso de material desde o hacia tolvas y camiones (IDICT, 2020).

3.2 La generación de emisiones por los procesos de construcción

La política económica asociada a la densificación de áreas urbanas ha fomentado la oferta y demanda de construcciones nuevas o remodelaciones, aumentando la tasa de urbanización. En consecuencia, las obras públicas, viales, desarrollos inmobiliarios comerciales y habitacionales llevan a un crecimiento continuo con fuertes impactos y degradación del ambiente (UNAM, 2016).

Las obras de construcción, específicamente las habitacionales del tipo Residencial, Nivel Medio e Interés Social ocupan la mayor proporción de área en la expansión urbana, y en consecuencia generan residuos en las diferentes etapas constructivas, siendo los más frecuentes el block de concreto y el fierro utilizado en la estructura. El block en particular, al ser pulverizado produce elevados niveles de polvo que al ser inhalados pueden bloquear la entrada y salida de aire de los pulmones y causar enfermedades relacionadas con las vías respiratorias, tales como enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), bronquitis crónica, enfisema y enfermedad de las vías respiratorias relacionadas con el polvo mineral, así como ciertos cánceres. Cuando el polvo inhalado se queda adentro de los pulmones durante un tiempo, se puede dañar o destruir el tejido pulmonar, lo cual

causa cicatrices en los pulmones que pueden llevar a enfermedades como la silicosis, esta es una enfermedad pulmonar incurable causada por la inhalación de polvo que contiene sílice cristalina libre, este se libera durante numerosas operaciones en que rocas, piedras, materias primas, arena, concreto, tejas de cemento para techos, ladrillos, cerámica, algunos minerales, suelos, y productos que contienen sílice son aplastados, rotos, martillados, perforados, pulidos, cortados, desechados, barridos, o sometidos a cualquier proceso que pudiera crear partículas de polvo visibles o invisibles; de hecho se ha encontrado que el polvo del cemento puede contener metales pesados como níquel, mercurio, plomo y cromo, en diversas cantidades (ver tabla 16) (López Armendariz, 1997) convirtiéndolos en contaminantes peligrosos para para la salud vegetal, animal, humana y de los ecosistemas (Enshassi, Kochendoerfer, & Rizq, 2014).

Tabla 16. Concentración de metales pesados en el cemento portland

Metal pesado	concentración	Porcentaje
Plomo (Pb)	$2.45 \pm 0.75 \text{ mg/kg-1}$	1.94%
Cromo (Cr)	$10.69 \pm 0.92 \text{ mg/kg}^{-1}$	0.02%
Níquel (Ni)	11.81 mg/kg-1	0.43%
Mercurio	$<0.001 \text{ 0.039 mg/kg-1}$	--

Fuente: Elaboración propia con datos de UANL

La existencia de estos metales pesados produce efectos graves en la salud derivado precisamente de su pulverización en plantas de tratamiento y en obras constructivas del siguiente tipo:

- Plomo: Se calcula que casi la mitad de los 2 millones de vidas perdidas por exposición a productos químicos conocidos se debieron a la exposición al plomo, además de que derivado de su exposición se provocó la pérdida de 21.7 millones de años por discapacidad y muerte (años de vida ajustados en función de la discapacidad o AVAD) en todo el mundo debido a sus efectos a largo plazo en la salud. De estos 30% corresponden a la carga mundial de discapacidad intelectual idiopática, 4,6% a la carga mundial de enfermedades cardiovasculares y 3% a la carga mundial de enfermedades renales crónicas (OMS, 2022).
- Cromo: Este metal produce daños a la salud mediante la inhalación generando tos, irritación en nariz y ojos, sangrado en la nariz, problemas respiratorios y cáncer de pulmón (que es donde se absorbe más). Alteraciones en el neurodesarrollo de los niños y a largo plazo debilita el sistema inmune, daña riñones e hígado, irrita los ojos y finalmente causa la muerte (UNAM, 2022).
- Níquel: Los efectos por la exposición al sulfato de Níquel a corto plazo sobre la salud puede ocasionar irritación a la piel, nariz, garganta, ojos y pulmones, además de causar tos, flema y falta de aire, en cuanto a los efectos a largo plazo sobre la salud es un probable carcinógeno humano, como cáncer pulmonar y nasal, riesgos para la reproducción, produciendo infertilidad masculina (NJ, 2005)

Además, el daño producido por el polvo en las obras y trabajos de construcción es significativamente dañino, que algunas ciudades de otros países como Estados Unidos o Inglaterra las calculan como parte del pronóstico de las

emisiones que serán generadas por las obras de construcción dentro de sus “guías” de calidad del aire (OMS, 2022), en su “Lineamiento para la calidad del aire 2005”, la Organización Mundial de la Salud, reconoce el riesgo que representa la contaminación por partículas suspendidas para la salud humana, y establece, para las partículas PM10, los límites máximos de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (microgramos por metro cúbico) promedio en 24 horas y de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio anual, y para las PM2.5, de 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio en 24 horas y de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio anual, ver tabla 17.

Tabla 17. Efectos por tiempo de exposición

Partículas en suspensión	Límite máximo		Efectos por tiempo de exposición
PM10	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ x 24hrs	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ anual	cardiopatías, neumopatías y cáncer de pulmón.
PM2.5	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ X 24 Hrs	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ anual	cardiopatía isquémica, accidentes cerebrovasculares, cáncer de pulmón, enfermedad pulmonar obstructiva crónica e infecciones respiratorias

Fuente: Elaboración propia con datos de OMS, COFEPRIS y UNAM

En América Latina millones de trabajadores están expuestos a sílice cristalina en distintos lugares y procesos de trabajo tales como minas, obras de construcción, cerámica, entre otros; solo en Colombia, un estimado de 1.8 millones de trabajadores están en riesgo de desarrollar silicosis, por eso debe tomarse acción preventiva antes de que los trabajadores sean expuestos. (OPS, 2009). Para diagnosticar la enfermedad pulmonar usan los estándares de la Oficina Internacional del Trabajo (OIT) para determinar su gravedad. Las formas simples de la enfermedad se suelen detectar inicialmente con radiografías de tórax sin que la persona tenga ningún síntoma físico. Pero en la forma más grave y complicada,

que se denomina fibrosis masiva progresiva (PMF), se producen depósitos fibrosos de tejido en partes más extensas de los pulmones. Los pulmones se endurecen y pierden la capacidad de expandirse completamente, dificultando la respiración (NIOSH, 2018). A pesar de todos los esfuerzos de prevención, la silicosis sigue afectando a decenas de millones de trabajadores en ocupaciones peligrosas y mata a miles de personas cada año en todo el mundo. La silicosis, con su potencial de causar discapacidad física progresiva y permanente, sigue siendo una de las enfermedades profesionales más importantes del mundo (OIT, 2015).

Mientras que, el acero o fierro es un material que se ve afectado por la oxidación y la corrosión por una reacción química o electroquímica al interactuar con el medio ambiente, comprometiendo la edificación al dañar el acero, es decir, las varillas que forma parte de una estructura de concreto (Paredes Camarillo, 2023), mientras que las consecuencias de esta reacción en el humano por el polvo de oxido e incluso por el calentamiento del fierro producto de la soldadura, son diversos daños a la salud, algunos de ellos son, la inhalación de partículas de óxido de hierro que puede causar el trastorno de pulmón llamado siderosis, una afección mucho más grave es la fiebre de humos metálicos, la cual viene causada por el berilio, el zinc y el manganeso, pudiendo provocar daños en el sistema nervioso central, enfermedades del corazón, enfermedades de la piel, pérdida de audición, gastritis crónico (inflamación del estómago), gastroduodenitis (Inflamación del estómago e intestino delgado), asma bronquial e incluso daños a los riñones por la exposición excesiva a este metal (TDI, 2020).

3.3 Enfermedades por contaminación ambiental

Las enfermedades no transmisibles (ENT) de las cuales, las cuatro principales son las enfermedades cardiovasculares, el cáncer, las enfermedades respiratorias crónicas y la diabetes son la principal causa de morbilidad y mortalidad en todo el mundo. No sólo suponen una importante carga para la salud de la población, sino también para el desarrollo económico y social. De hecho, las enfermedades no transmisibles conllevan un elevado coste de tratamiento, lo que supone una carga económica directa para los sistemas sanitarios, los hogares y la sociedad en su conjunto. Las ENT también generan una carga económica indirecta a través de pérdidas de productividad significativas entre las que se encuentran la mortalidad prematura, el abandono prematuro de la población activa, el absentismo laboral y la disminución del rendimiento en el trabajo. (OPS, 2020). Las enfermedades respiratorias crónicas (ERC) se encuentran entre las causas principales de muerte y discapacidad en Latinoamérica, estas incluyen la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), asma, y otras enfermedades respiratorias crónicas como enfermedades pulmonares ocupacionales e hipertensión pulmonar. El consumo de tabaco, la contaminación del aire en el hogar y el medio ambiente, los productos químicos en el lugar de trabajo y la exposición al polvo y otros contaminantes ambientales son los factores de riesgo más importantes de las ERC (OPS, 2022).

Durante el periodo 2011-2030, las ENT costarán a la economía mundial más de 30 billones de dólares, lo que representa el 48% del PIB mundial en 2010, y dejará a millones de personas por debajo del umbral de la pobreza. Las condiciones de salud mental, por sí solas, supondrán una pérdida de 16,1 billones de dólares

adicionales durante este período, con un impacto significativo en la productividad y la calidad de vida (World Economic Forum and Harvard, 2011). En Latinoamérica, 5.5 millones de muertes por año (equivalentes al 80% de todas las muertes) son causadas por las ENT. Cada año, 2,2 millones de personas entre los 30 y los 69 años de edad en la Región mueren prematuramente a causa de las ENT (lo que representa el 40% de todas las muertes por ENT) (OPS, 2020). El costo económico de estas enfermedades no transmisibles es diferenciado, algunos de ellos son:

- EPOC. En el mundo se estima que la prevalencia en población general de la EPOC se encuentra alrededor del 1% en todas las edades y aumenta a 10% en sujetos mayores de 40 años. En México, según los hallazgos del estudio Platino, la EPOC afecta a 7.8% de los mexicanos mayores de 40 años. El costo medico directo anual es de 40, 000 MXN A 250, 000 MXN. La atención rutinaria es de 20,000 MXN A 35, 000.
- ASMA. En México, el gasto anual por consulta médica es de 225dólares. El gasto mensual por medicamentos es de 135dólares. El costo del manejo ambulatorio, de las crisis de asma, (leves moderadas), por episodio, es de 20, 274 MXN. El costo del manejo hospitalario, por crisis de asma (severa) es de 96,223 MXN.
- NEUMONIA. Los costos de la atención se estiman entre 20,000 MXN y 80,000 por episodio. El costo promedio de la estancia hospitalaria por neumonía es de 122, 000 MXN, mientras que la vacuna, contra el neumococo, oscila entre 257 y 290 MXN.
- FIBORISIS PULMONAR. En EUA, los pacientes con FPI, se estima que el costo atribuible anual (excluyendo el costo farmacológico) es de \$12 mil

millones USD. El costo anual promedio de la atención va de un rango de \$18,711 a \$22,000 USD por persona. El costo promedio de admisión hospitalaria fue de \$16,402 USD.

Las enfermedades respiratorias, representan una alta carga de enfermedad en la población mexicana. Los costos que generan para el sistema de salud son elevados, debido al enfoque de su atención, que es curativa. En este contexto, genera también un alto gasto económico (Camargo Angeles, 2019).

Durante el periodo enero-junio de 2022, las defunciones por enfermedades del corazón fueron la primera causa de muerte a nivel nacional, con 105 864 casos. Siguió las causadas por diabetes mellitus, con 59 996 y por tumores malignos, con 44 533 casos (INEGI, 2023)

El aumento de la contaminación del aire por las partículas en el ambiente es nocivo para la salud, una enfermedad subestimada por su silenciosa afectación que deteriora la calidad de vida de la población. Es urgente tomar medidas que reduzcan la contaminación ambiental, para evitar problemas de salud y el daño al planeta.

A pesar de que en la actualidad aún existe incertidumbre acerca de los efectos provocados por las diferentes especies químicas, la mayoría de los estudios apuntan que el mayor impacto en la salud viene causado por las partículas de carbono elemental (CE), compuestos orgánicos (CO), especialmente hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), sulfatos y nitratos (Wichmann 2000, WHO 2003) (Machado, y otros, 2008), además, entre los componentes de las partículas suspendidas totales (PST) en el aire se pueden encontrar **metales**, los cuales dependiendo de su toxicidad, concentración y persistencia podrían

representar peligro a la salud. El cadmio (Cd) por ejemplo, está clasificado como cancerígeno que afecta hígado y riñones (ATSDR 2012), el níquel (Ni) afecta los pulmones y puede tener efectos renales (WHO 2000), el cobre (Cu) es un irritante del sistema respiratorio y de la mucosa de la boca, ojos y nariz (ATSDR 2004), el cromo (Cr) es cancerígeno afectando el sistema respiratorio además de los riñones (WHO 2000) y el plomo (Pb), el cual está presente en todas las ciudades de manera natural en la corteza terrestre, generalmente junto con otros elementos formando compuestos (ATSDR 2007), los cuales son suspendidos del suelo por el tráfico vehicular en calles sin pavimentar, desprendiendo sustancias neurotóxicas que se acumula en el cuerpo humano dañando órganos y nervios (ATSDR 2007), por lo que es necesaria su evaluación en términos de calidad del aire y de cumplimiento normativo (Cruz Campas, y otros, 2017)

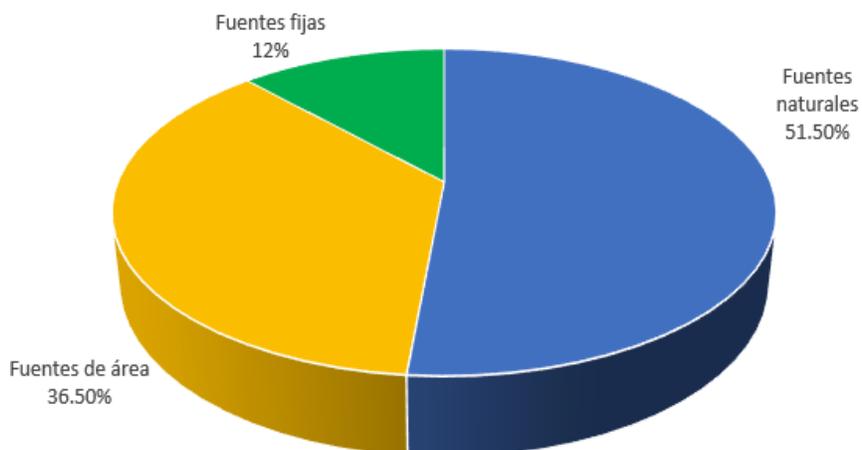
3.3.1 Fuentes de emisiones de partículas suspendidas

Según el inventario de emisiones contaminantes de SEMARNAT, el cual gestiona la calidad del aire donde se determinan las emisiones provenientes de diversas fuentes (SEMARNAT, 2019) se agrupan en cuatro categorías (SEMARNAT, 2008), estas son:

- fuentes puntuales o fijas: Procesos industriales, comerciales o de servicios
- fuentes de área: Comercios, servicios, casas habitación y vehículos automotores que no circulan por carreteras
- fuentes móviles: vehículos automotores que circulan por calles y carreteras
- fuentes naturales: erosión de suelo y emisiones biogénicas, entre otras.

En la gráfica 10 se observa el porcentaje de contribución de contaminantes al ambiente por estas fuentes.

Grafica 10. Fuentes de contribución de partículas suspendidas



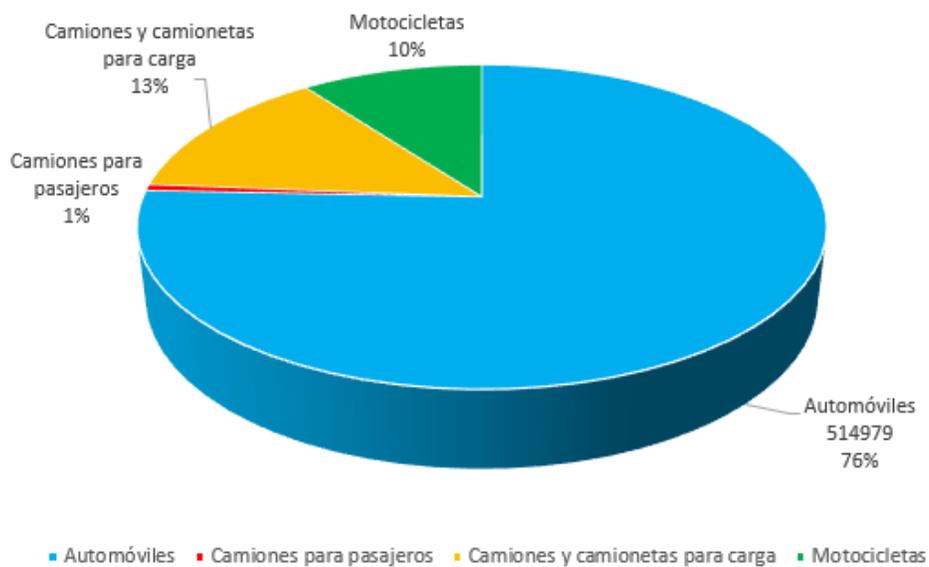
Fuente: Elaboración propia con datos de SEMARNAT 2019

La preocupación por la calidad del aire en Cuernavaca es permanente, consecuencia de la evidente disminución en su calidad y el incremento en enfermedades relacionadas a la contaminación. Según el inventario de emisiones se clasifican en tres tipos; fuentes fijas derivados de procesos industriales y vehículos automotores, fuentes de área que son comercios, servicios, casas habitación, entre otros y las fuentes naturales producidas por la vegetación y suelo (SEMARNAT, 2000).

En este sentido, el crecimiento de la urbanización ha producido un aumento y una importante contribución a la contaminación del ambiente de estas fuentes, siendo la más persistente la fuente de área, consecuencia de las actividades

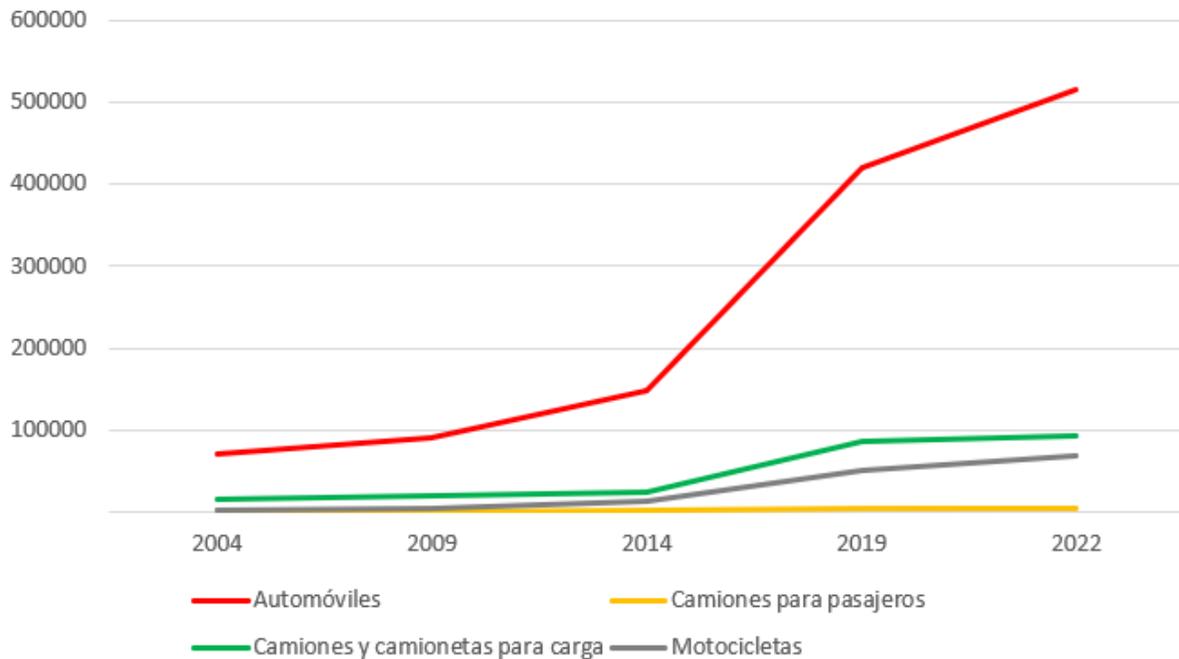
humanas, estas representan un porcentaje significativo de las emisiones de contaminantes, cabe destacar que los mayores generadores de estas partículas son los vehículos automotores, en la gráfica 11 se observa el porcentaje que representa cada vehículo automotor en Cuernavaca, de los cuales, la mayor contribución a la contaminación es el automóvil, representando el 76% de todo el parque vehicular, aumentando de 90,817 a 680,832 en 18 años (ver gráfica 12).

Gráfica 11. Porcentaje de vehículos de motor en Cuernavaca



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI 2022.

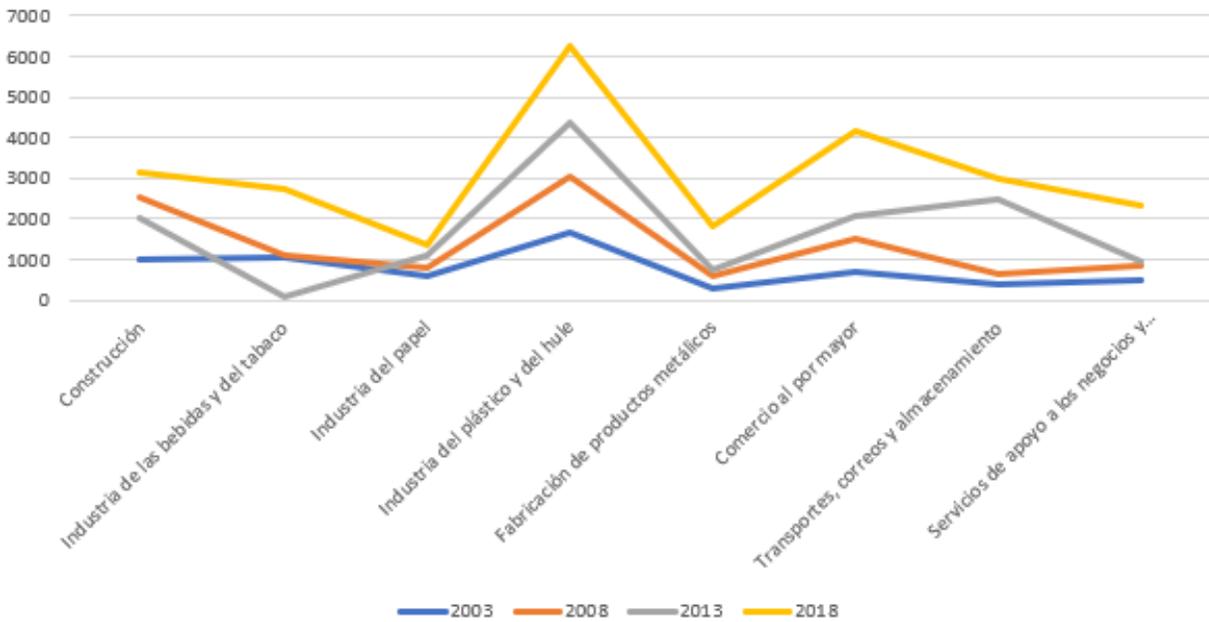
Gráfica 12. Parque vehicular en Cuernavaca (2004-2022)



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI 2022

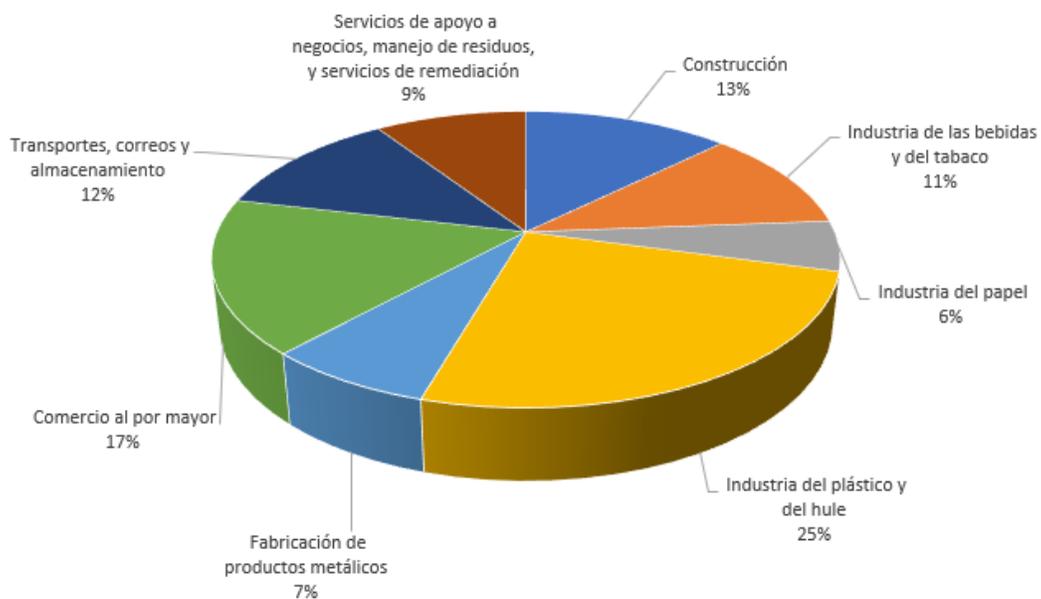
Otra de las causas de la contaminación del aire y de acuerdo a los censos económicos es la industria; derivado de las actividades económicas de los últimos 15 años y cuya contribución es proporcional a la contaminación de cada sector productivo, como podemos observar en la gráfica 13, la industria de la construcción es la tercera más contaminante solo por debajo de la industria del plástico y el comercio al por mayor como podemos observar en la gráfica 14. Produciendo daños al ambiente al contaminar el suelo, el agua y el aire pero también daños a la salud.

Gráfica 13. Industrias más contaminantes en Cuernavaca



Fuente: Elaboración propia con datos del Censo Económico INEGI

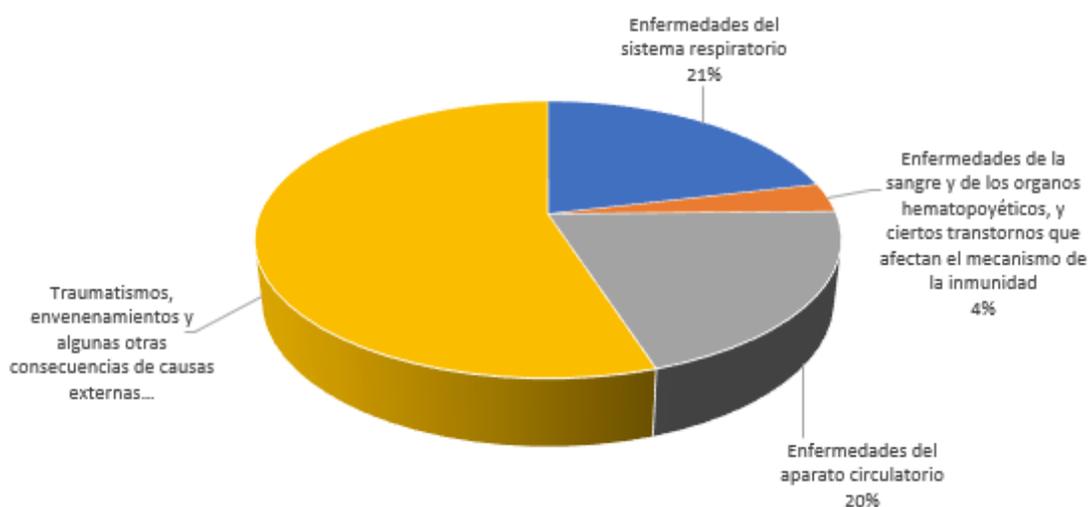
Gráfica 14. Porcentaje de Industrias más contaminantes en Cuernavaca



Fuente: Elaboración propia con datos del Censo Económico INEGI 2022

Estas actividades han producido no solo el incremento de elementos que afectan el equilibrio de los ecosistemas y del aire sino también a la salud humana, estimando que las enfermedades del sistema respiratorias son de las principales afectaciones al humano por partículas suspendidas debido al estilo de vida y las actividades actuales como podemos observar en la gráfica 15.

Gráfica 15. Porcentaje de enfermedades por partículas suspendidas



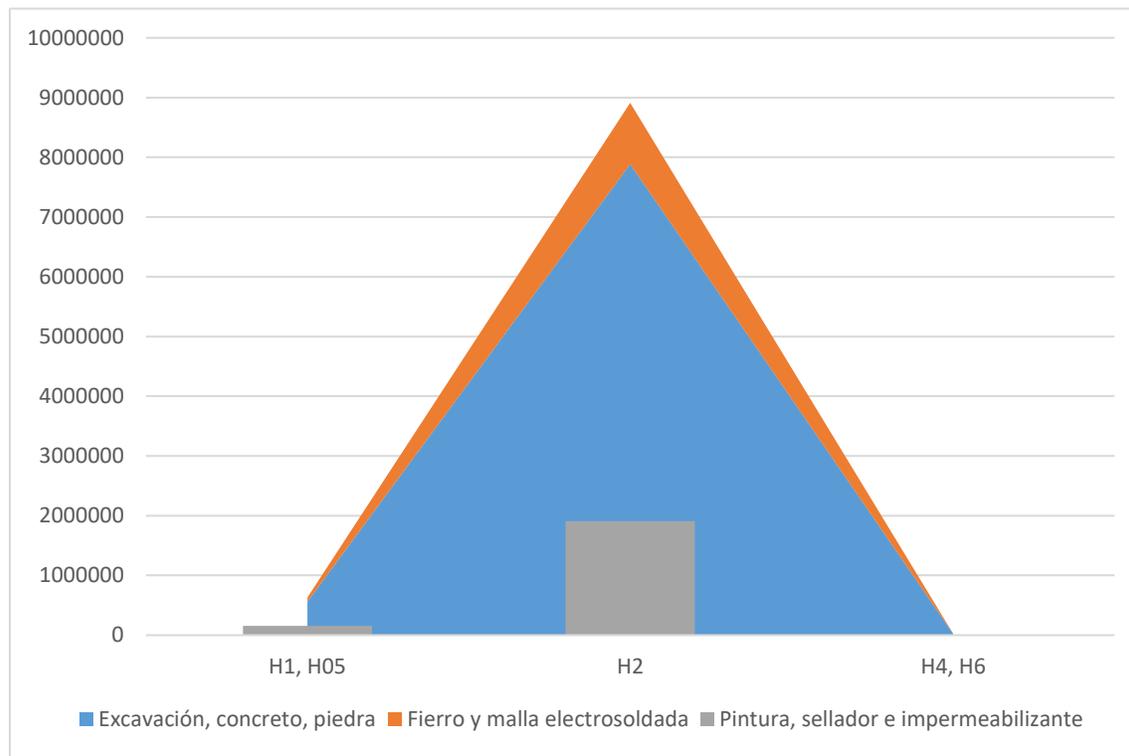
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI 2022

Los resultados de este estudio muestran que si las concentraciones de partículas finas (PM2.5) en las ciudades de México se mantuvieran dentro de los límites recomendados propuestos por la Norma Oficial Mexicana NOM-044 podrían evitarse 8, 464 muertes por PM2.5, 2,756 muertes por PM10 y 260 por ozono. El panorama de las muertes que podrían evitarse cambia si se toman en cuenta los niveles recomendados por la OMS. En ese escenario, las muertes evitables por PM2.5 serían 9,767; por PM10, 12,089; y 1,089 por Ozono; además, los costos

asociados por daños a la salud por la contaminación alcanzan más de 20 mil millones de pesos tan sólo por PM10 y más de 16 mil millones de pesos por PM2.5, en el mismo escenario de la OMS (INSP, 2017), solamente durante 2010 se evitarían impactos con un valor económico de \$45 mil millones de pesos; ahora bien, si las concentraciones de partículas finas estuvieran por debajo de los límites de la normatividad mexicana (que son más laxos), se tendrían también cuantiosos beneficios económicos (27 mil millones de pesos), aunque menores que en el caso anterior. La mayor parte de los casos evitados se dan en el Valle de México, principalmente por la cantidad de población que alberga.

Uno de los factores que más influyó en el crecimiento de la expansión urbana en el Estado de Morelos y principalmente en el municipio de Cuernavaca fue el sismo en la ciudad de México en 1985 el cual originó una grave problemática con la vivienda después de haber quedado parcialmente destruida, esto motivo a los capitalinos del DF a mover sus residencias a Cuernavaca, aumentando la demanda de suelo para construir, servicios básicos e infraestructura y modificando los usos de suelo, el incremento de la población origino que las personas se asentaran en las periferias y en otros casos a residir en otros municipios de Morelos; al tratar de cubrir la demanda habitacional se generan residuos de la construcción, como se observa en la gráfica 16.

Gráfica 16. Residuos de la construcción en los diferentes usos de suelo. 1980

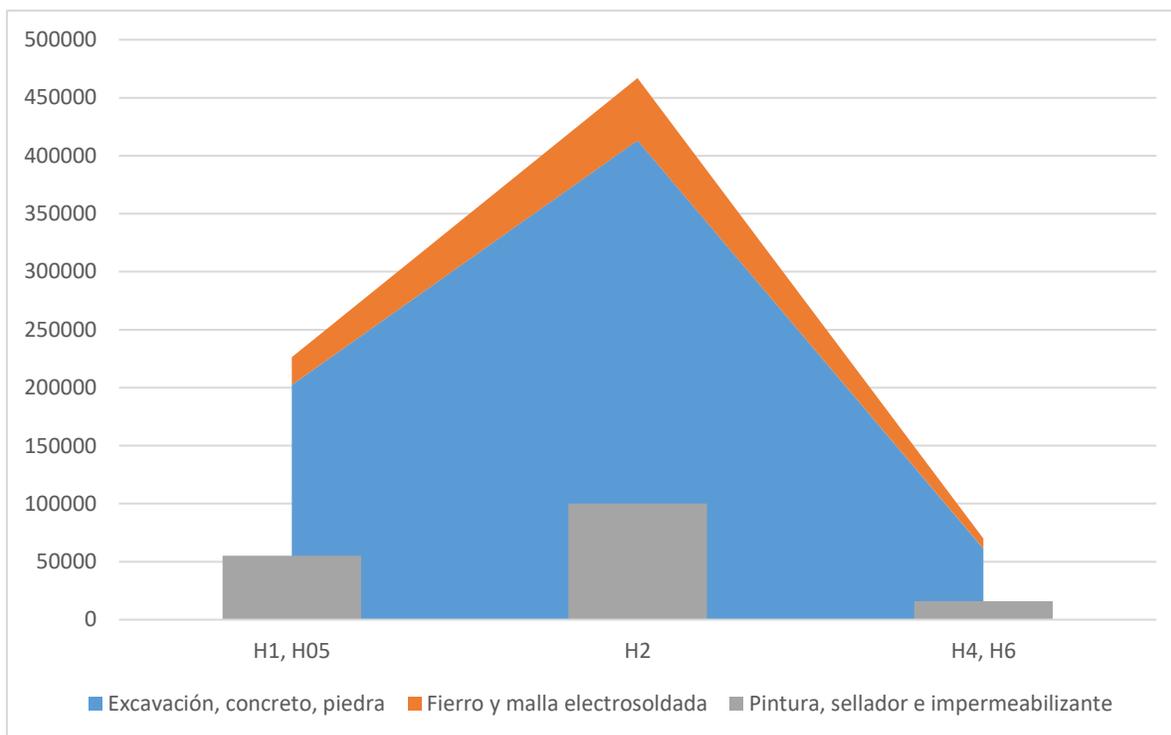


Fuente: Elaboración propia

En el año de 1990, la expansión urbana provocó que el uso de suelo en el municipio cambiara, además de que la construcción de casa habitación en Cuernavaca ha prevalecido en un 70% en todas las décadas pasando de ser de baja densidad (H05 y H1) a densidad alta (H2), esto quiere decir que el espacio de la vivienda residencial fue severamente disminuido para poder edificar viviendas de menores metros cuadrado desapareciendo espacios públicos y áreas verdes para satisfacer las necesidades de vivienda de la población que llegó con las migraciones, incrementando los residuos que esta actividad produce, como se

observa en la gráfica 17; contribuyendo no solo a la degradación del suelo sino también en las enfermedades principalmente las respiratorias

Gráfica 17. Residuos de la construcción en los diferentes usos de suelo. 1990

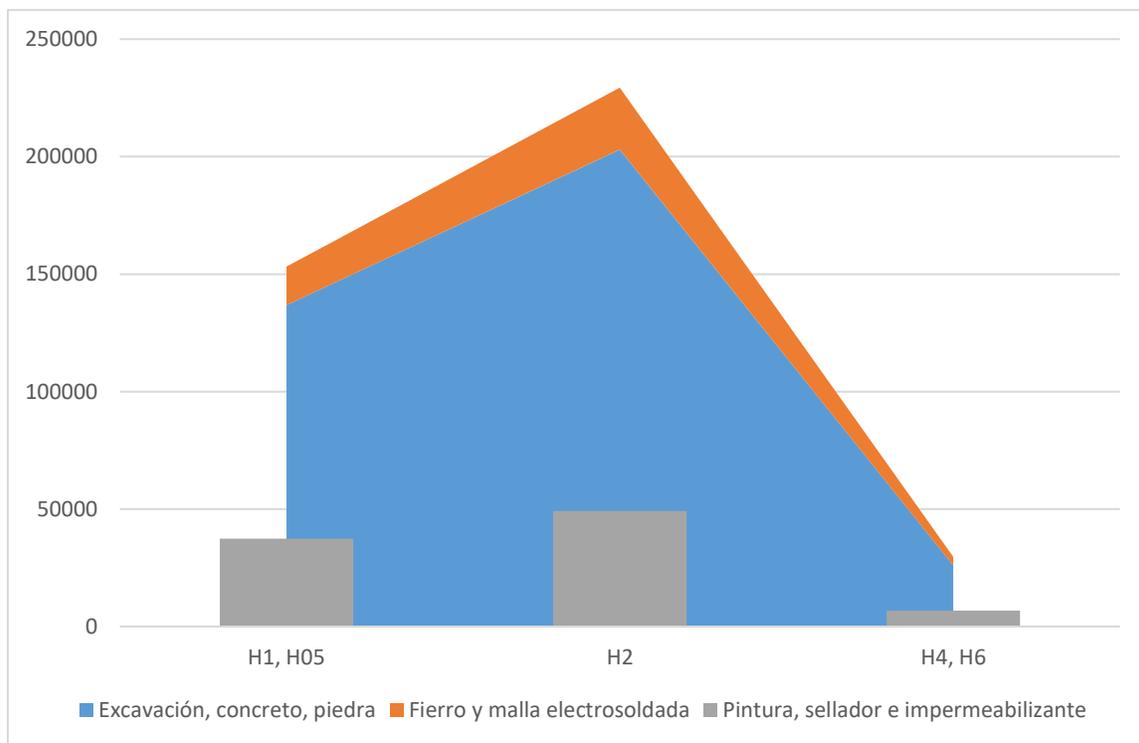


Fuente: Elaboración propia

Como se ha mencionado, el resultado de este crecimiento poblacional continuo dio lugar al aumento de la construcción generando convencionalmente residuos de una diversidad y volumen por tipo de uso de suelo y etapa constructiva, esto se refiere a que por cada paso para poder construir una vivienda se generan residuos que a su vez se ven diferenciados por el tipo de casa habitación que se edifique, debido a los m² y el tipo de acabados que cada una presenta. De todos los residuos que surgen de esta actividad que son, materiales de excavación, concreto, piedra, varilla, alambón, alambre, malla electrosoldada, block, loseta, crest, pintura, sellador e impermeabilizante, se dividen principalmente en concreto:

material de excavación, concreto, piedra, block, loseta y crest y fierro: varilla, alambre, alambón y malla electrosoldada (ver gráfica 18), por ser los más contaminantes y dañinos para la salud por las enfermedades no transmisibles que provocan, las cuales son peligrosas por sus efectos negativos al organismo y por ser enfermedades silenciosas que van incrementando hasta terminar en enfermedades mortales

Gráfica 18. Residuos de la construcción en los diferentes usos de suelo. 2000



Fuente: Elaboración propia

3.4 Costos socioambientales

El continuo incremento de la población además de la transformación del estilo de vida y la constante demanda de nuevos productos y bienes a través de las diferentes décadas ha derivado en un medio de desarrollo enfermo y contaminado, es por esto que realizamos una regresión lineal múltiple para poder estimar que estas actividades están relacionadas con los daños a la salud humana por la contaminación del aire. (ver tabla 18) (ver tabla 19) y poder conocer los costos socioambientales que se generan

Tabla 18. Regresión lineal múltiple. Actividades económicas y construcción

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.9952237
Coefficiente de determinación R²	0.9904703
R² ajustado	0.9714108
Error típico	1.0914281
Observaciones	4

Fuente: Elaboración propia

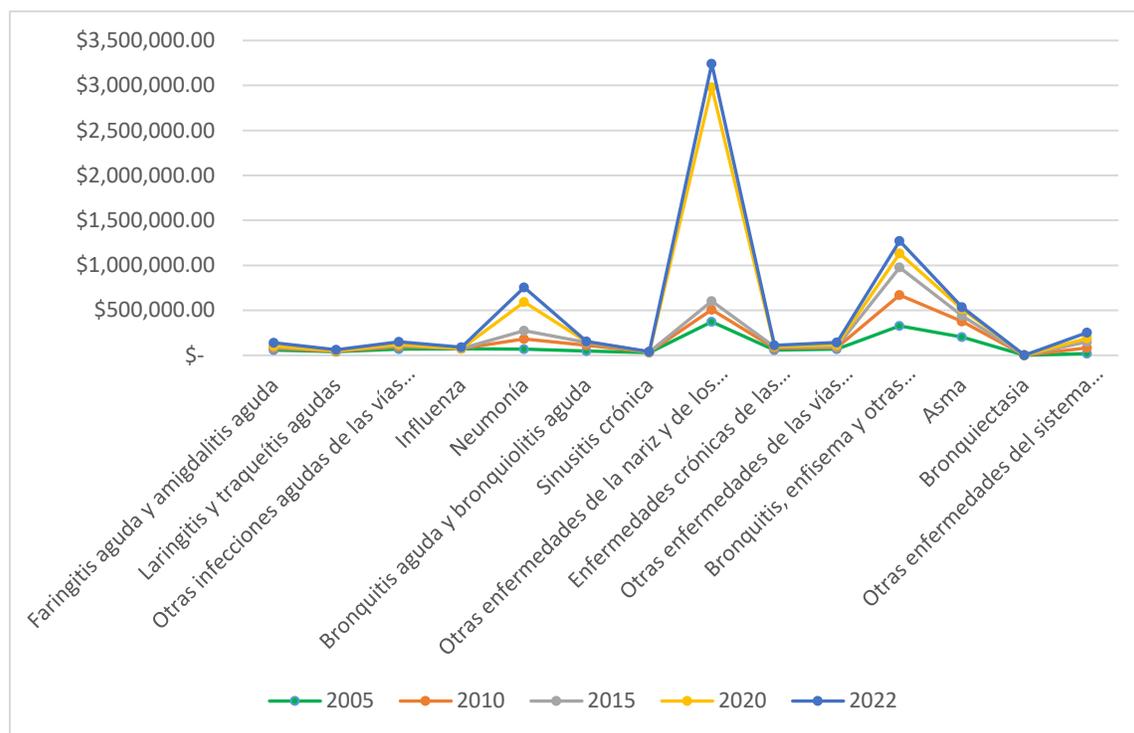
Tabla 19. Regresión lineal múltiple. Actividades económicas y parque vehicular

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.998706364
Coefficiente de determinación R²	0.997414401
R² ajustado	0.992243204
Error típico	0.568506681
Observaciones	4

Fuente: Elaboración propia

Estas enfermedades se han visto reflejadas en la salud de la población pero también en el sistema de salud público, debido a los altos costos de tratamiento para intentar resarcir los daños que las actividades ya mencionadas han producido (ver gráfica 19)

Gráfica 19. Costos económicos por enfermedades respiratorias



Fuente: Elaboración propia

En México existen normas para tratar de regular la contaminación sobre el medio ambiente, algunas de ellas son:

NOM-071-STPS-1993: Norma Oficial mexicana. Higiene industrial. Medio ambiente laboral. Determinación de aire de cromo metálico y sus compuestos insolubles. Método espectrofotométrico de absorción atómica.

NOM-026-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al plomo (Pb). Valor normado para la concentración de plomo (Pb) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población.

NOM-025-SSA1-2014, Salud ambiental. Valores límite permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en el aire ambiente y criterios para su evaluación

NOM-040-SEMARNAT-2002, Protección ambiental-Fabricación de cemento hidráulico- Niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera. *Modificación DOF 20-ABRIL-2004.*

NMX-AA-010-SCFI-2001, Realiza pruebas que se efectúan en fuentes fijas, donde se generan emisiones de partículas a la atmósfera, la cual establece los niveles máximos permisibles de emisión de partículas provenientes de fuentes fijas dedicadas a la fabricación de cemento hidráulico (ver tabla 20) (SEMARNAT, 2004)

Tabla 20. Niveles máximos permisibles de emisiones de partículas

Operación	Nivel máximo	Frecuencia de medición	Método de medición
Trituración	80 mg/m ³		
Molienda de materia prima	80 mg/m ³		
Molienda de cemento hidráulico	80 mg/m ³	Anual	NMX-AA-010-SCFI-2001
Enfriamiento de clinker	100 mg/m ³		
Calcinación de clinker	0.15x C kg de partículas/ton de materia prima		

Fuente: Elaboración propia con datos de SEMARNAT 2004

Desafortunadamente la legislación no es adecuada o no se lleva a cabo correctamente por lo cual no representa alguna diferencia en cuanto la regulación de residuos o la contaminación ambiental.

3.5 Perspectivas para la Valoración de los Recursos Naturales

En la sociedad de mercado, la valoración como principio fundamental para las mercancías no aplica en el caso de la naturaleza, pues el trabajo humano no es intrínseco a ningún bien natural. No obstante, la postura basada en la economía ecológica permite desde una perspectiva crítica poner en tensión criterios ecológicos y sociales, al valorizar la naturaleza basándose en criterios económicos. Pues el sistema económico capitalista considera posible sustituir la naturaleza por algún tipo de mercancía y capital. Pero esto es una idealización frágil de un proceso sostenible indefinidamente, incluso aun cuando los recursos naturales se van agotando. Debido a ello, la economía convencional plantea el valor de los recursos a partir de su escasez y utilidad para satisfacer necesidades, así con aspiraciones humanas, esto es una postura contradictoria ya que los recursos de la naturaleza esenciales para la supervivencia están disponibles casi de manera irrestricta, al no representar en su estado normal un alto valor económico (Bartelmus, 1997).

Sin embargo no toma en cuenta que estos dependen de ciclos y procesos ecológicos de regulación con un ritmo de recuperación diferente a los procesos productivos que requieren de su extracción (Bartelmus, 1997), ignorando casi por completo que los ecosistemas son renovables, pero agotables. Los recursos no renovables son gravemente afectados dada la tasa de extracción a la que se ven sometidos como en el caso de los combustibles fósiles y los depósitos minerales.

Bajo tales circunstancias, los argumentos de la economía neoclásica optaron por minimizar los límites de la naturaleza tratándola como un activo

necesario pero sustituible para la producción de mercancías (Solow, 1992), esta perspectiva se basó en compleja sistematización de los mecanismos de mercado que intrínsecamente tienden a la sustitución de los recursos escasos por otros, a través de los avances tecnológicos. Aunque la escasez de estos haría que los precios de lo producido aumentarían, volviendo insostenible la reproducción constante de los beneficios económicos, que a largo plazo llevaría a la extracción de otros igualmente útiles, a un incremento en la demanda de productos menos agresivos con el ambiente, fomentando el reciclaje y otras formas eficiencia para el uso de los mismos.

Es un hecho que la conservación de los ecosistemas es vital para la sobrevivencia de los seres humanos, tal responsabilidad aún no puede ser solventada por la implementación de soluciones tecnológicas, poniendo en riesgo la viabilidad de diversos servicios ambientales fundamentales para la reproducción de la vida en el planeta (Banco Mundial , 2003); solucionar los daños originados por esta premisa resultaría mucho más costoso que formular estrategias para evitarlos (Burkett, 2009), dado que el ambiente es un concepto multidimensional que puede ser tratado como un bien social indivisible desde un punto de vista cultural y ético, no solo económico (Jacobs, 1994)(van Dieren, 1999)(PNUD ,1991).

En este sentido la economía ambiental es un referente para nuestra realidad por intentar incorporar bienes y servicios ambientales a un sistema económico dominado por la financiarización de las actividades productivas, integrando las principales preocupaciones ambientales, sistematizadas por medio de una clasificación de valores que consiste en los de uso directo e indirecto de las funciones ambientales (Munasinghe 1993). Los métodos de valoración

comúnmente aplicados incluyen las consideradas objetivas, pues evalúan los daños físicos causados por las actividades que perjudican al ambiente, así como por la medición de los efectos de sus impactos. Estos últimos están representados por los cambios en la productividad el coste de la morbilidad, la mortalidad, costes de sustitución y restauración de los activos naturales; en las valoraciones sustitutivas que miden el daño ambiental tal como se expresa en el mercado, del estimado de gastos preventivos o mitigantes de los efectos sobre la salud y la productividad; de la evaluación costo del suelo, derivados de las fluctuaciones productivas y la calidad ambiental; al aumento del costo de viaje debido al deterioro ambiental; a la evaluación de los efectos de la contaminación derivada de las preferencias por ciertos bienes y servicios ambientales; de la valoración en el mercado de los activos naturales, económicos y sus transformaciones; a los costos de mantenimiento del agotamiento y la degradación del medio ambiente (Burkett, 2009).

3.5.1 Consideraciones Generales para la Valoración de los Residuos de la Construcción

Los patrones productivos requieren de un cambio de paradigma para el aprovechamiento de los recursos, en este sentido, partiendo de los principios planteados por la economía ecológica para la valoración de los mismos, es que pueden optimizarse sus características utilizando diferentes estrategias las cuales tienen como finalidad promover técnicas sustentables así como la implementación de procesos de reutilización, recuperación y reciclado, para con ello disminuir el impacto ambiental consecuencia de la producción de materiales y extracción de recursos naturales no renovables. de esta manera pudieran reintegrarse a un

esquema de aprovechamiento no solo económico sino social aquellos elementos que si bien fueron extraídos en primera instancia directamente del medio natural, ahora son resultado de un proceso de uso que les convirtió en residuos.

Esto incluye a los residuos generados por uno de los sectores económico más relevantes para las finanzas públicas de los estados nacionales, está la industria de la construcción, la cual produce un alto impacto ambiental por sus técnicas de obtención recurso, fabricación de materiales y la construcción de las diversas tipologías arquitectónicas, debido a la intensidad de sus procesos productivos, como es el caso de los materiales fabricados con base en el cemento y la extracción de sus principales agregados que son grava y arena. No obstante, la valorización de los RCyD requiere de su adecuada clasificación y separación desde los proyectos de construcción para facilitar cualquiera de los procesos a los que se decida someterlos, incluso para su disposición final. Estas acciones contribuyen a la mitigación de impactos ambientales, al igual que economizar en los costos de producción de materiales y en la materialización de los proyectos arquitectónicos a través de la implementación de materiales con un ciclo de vida mayor al de los utilizados convencionalmente, minimizando así la generación de sus residuos. Además, se evitaría que estos terminen vertidos en sitios no controlados, ocasionando la contaminación del suelo y de los mantos freáticos por exposición a elementos contaminantes, la sobreexplotación del recurso y la generación de emisión de CO₂.

el funcionamiento de dichas estrategias pueden vislumbrarse en países europeos como Alemania, que desde principio de los años 80's desarrolló su industria de reciclaje de residuos de la construcción y demolición, para lo cual elaboró Guías Técnicas de Áridos Reciclados utilizables como agregados en las mezclas cementantes, oficializando para el año de 1993 su uso en obras públicas (Barroso Domínguez , 2013). En otros, países como Holanda, Dinamarca y Bélgica se implementan políticas públicas que facilitan el reciclaje de 80 a 90% de los RCyD, los cuales son utilizados en proyectos de infraestructura urbana (Barroso Domínguez , 2013), además aplican sanciones a sitios de disposición final que no cumplan con la normativa vigente; la retribución económica de sanciones en esta materia ha llegado a generar hasta \$500 billones de dólares a nivel mundial (CEMEX, 2022). Otro tipo de estrategia es la utilizada en los Estados Unidos, donde desechar estos residuos en alguno de los vertederos autorizados tiene un costo de US\$140.00 por tonelada; ahora bien, una posibilidad más es el reciclaje que solo cuesta US\$21.00 por tonelada, entre sus principales ventajas está el ahorro de costos, e incluso se pueden recuperar entre 80 y 120 mil millones de dólares, e incluso generar ingresos al fabricar productos como azulejos, planchas de hierro, ladrillos, yeso, cemento, entre otros, pero también, permite conservar energía, y minimizar la cantidad de residuos producidos por la construcción.

En el caso de México, se estima que actualmente sólo el 4% de los RCD que se generan son aprovechados, 3% al reciclarse y 1% al reutilizarse (CMIC, 2023), dicha condición podría incrementar estos porcentajes y la tasa de consumo de los recursos, con la mejora de los procesos de construcción, así como del uso de los desechos de construcción y demolición, disminuyendo los residuos y conservando

recursos naturales; al mismo tiempo reduce el volumen de materia prima extraída, lo que en este contexto representa beneficios económicos.

Sin embargo estas disposiciones no son contempladas en todo el país, por el contrario sólo algunas entidades han implementado plantas recicladores, es el caso de la Ciudad de México, que además modificó la norma ambiental NACDMX-007-RNAT-2019, haciendo obligatorio que los RC&D generados en obras públicas y privadas deben disponerse en plantas de reciclaje, para evitar que el cascajo termine en camellones, banquetas, lagos, áreas naturales protegidas, barrancas y disminuir el volumen de extracción de materiales vírgenes (SEDEMA, 2021). Al incentivar dicha práctica disminuirá la producción de residuos provenientes de la construcción, evitando su disposición final en sitios inadecuados, generando beneficios ambientales y económicos, por ejemplo, en nuestro país las empresas dedicadas al reciclaje, cobran aproximadamente \$40.00 m³ de escombros solo por recibirlo.

Además, los RCyD pueden ser aprovechados después del proceso de reciclaje, obteniendo materiales pétreos, que pueden ser utilizados en Rellenos, pedraplenes, Bases hidráulicas, en la Sub base de vialidades, estacionamientos, en terraplenes, para la Construcción de andadores, ciclopistas, ciclopistas, base de guarniciones y banquetas, o en la Construcción de lechos para tuberías, entre otras más. Su reutilización en nuevos productos para la industria de la construcción, requiere de ciertos criterios, que la SEMARNAT (2017) establece como necesarios, el primero de ellos determina el manejo por separado de los diferentes residuos de los materiales de construcción y demolición; el segundo consiste en evitar la contaminación de los materiales separados con otros residuos como textiles,

plástico, madera, cartón, empaques, yeso, vidrio, metales, residuos orgánicos, productos de limpieza, pintura, envases de pinturas, entre otros.

3.5.2 Sitios de disposición final y almacenes temporales en Morelos

A partir del sismo del 19 de septiembre de 2017 que tuvo presencia en diferentes entidades de la Región Centro del País, afectando principalmente localidades del Estado de Puebla y Morelos, es que la generación de residuos de manejo especial, principalmente los de construcción y demolición cobraron relevancia debido al alto número de edificación dañadas, su manejo inadecuado, y por los pocos sitios de disposición final establecidos por SEMARNAT. Aunque la mayoría de estos sitios no cumplen con los aspectos necesarios para contener los desechos, se establecieron criterios para su manejo los cuales consisten en que el tamaño del sitio de disposición debe ser acorde al volumen de residuos, por ello deben controlar el acceso, registrar el material que ingresa, establecer horarios de recepción para no afectar a la población cercana, además deberá contar con la señalización necesaria para evitar accidentes; dentro del sitio, los residuos deben ser depositados en forma de taludes con ángulos estables, mitigar las emisiones de polvo y partículas contaminantes en el aire regando el suelo con agua tratada y por tal motivo requiere de obras de drenaje para el desalojo del exceso de agua de lluvia o riego.

Sin embargo, el sitio de disposición final autorizado para los residuos de la construcción y demolición en el municipio de Cuernavaca ubicado en la colonia Lázaro Cárdenas y bajo el mando de la Secretaría de Desarrollo Urbano no cumple con los criterios para poder cumplir con la valoración de estos residuos.

Este sitio comenzó siendo una mina de arena la cual, al ser clausurada fue adaptado para ser el sitio de disposición final del municipio de Cuernavaca en el año 2020, con una vigencia de 5 años, aunque cabe aclarar que desde antes de este año ya se depositaban residuos de la construcción y de jardinería; cuenta con 3 accesos diferentes pero únicamente la entrada principal tiene una caseta de control, (ver fotografía 7) la cual cobra \$5.00 por unidad, sin importar la capacidad o característica de residuo que contenga el transporte, posteriormente los camiones ingresan al lugar en donde depositan los residuos sin ninguna clasificación o separación, sin considerar el lugar en donde descargar pues los taludes que dictan los criterios para asegurar la estabilidad del mismo no existen (ver fotografía 8).

Fotografía 7. Acceso principal de sitio de disposición final de RCyD en el municipio de Cuernavaca



Fuente: Google maps, mayo 2023

Fotografía 8. Depósito de RCyD



Fuente: fotografía del autor, enero de 2024

Este sitio de disposición final se compone de dos secciones, la primera que es la primera que utilizaron después de haberse finalizado los trabajos de extracción de arena, la cual ya supera con 20m de altura del límite permitido, como se puede observar en las fotografías 9 y 10

Fotografía 9. Sección más antigua del sitio de disposición final.



Fuente: fotografía del autor, enero de 2024

Fotografía 10. Nivel actual de la primera sección.



Fuente: fotografía del autor, enero de 2024

Además, los criterios expedidos por SEMARNAT establecen que los sitios de disposición final de los residuos de la construcción y demolición deben contar con una red hidráulica, así como realizar un riego sobre los escombros para evitar la propagación de polvos y contaminantes, lamentablemente la situación es otra, pues este sitio no cuenta con estas características, de hecho se forma una laguna por la captación de agua que termina contaminándose por el escurrimiento de los residuos, en el fondo del terreno, como se puede observar en la fotografía 11, representando un riesgo para los mantos acuíferos y para las personas que habitan en los terrenos contiguos.

Fotografía 11. Agua estancada y contaminada por RCyD



Fuente: fotografía del autor, enero de 2024

Lo que podemos observar es que a pesar de ser un sitio autorizado por el municipio de Cuernavaca y la Secretaría de Desarrollo Urbano no cumple con los

requerimientos necesarios para que sea un lugar seguro no solo para el ambiente sino también para la salud humana.

Si en lugar de autorizar espacios como estos se invirtiera en infraestructura para recuperación de estos residuos podrían valorizarse y volver al proceso productivo, disminuyendo en gran medida el volumen de estos, evitando la explotación de recursos naturales, dándole una segunda vida a los residuos de la construcción y demolición.

Conclusión capitular

El sistema económico no contempla la valoración social de la naturaleza, la considera como un elemento sustituible en el proceso de producción de mercancías, restando importancia a los ciclos ecológicos de regulación que los ecosistemas necesitan para su conservación, incluso cuando los recursos naturales se van agotando por la intensa extracción a la que se ven sometidos. Este sistema saca provecho de los recursos por medio de su escasez y utilidad para satisfacer sus necesidades, volviendo insostenible la reproducción constante de los beneficios económicos, sociales y ambientales.

Sin embargo, se continúan reproduciendo procesos productivos que consumen grandes cantidades de recursos, unas de estas actividades es la representada por la industria de la construcción cuya relevancia para la economía de nacional es equivalente a la cantidad de contaminantes derivados de los millones de toneladas de residuos de construcción y demolición (RCyD) por el generados. Sus impactos ambiental están asociados a sus técnicas de obtención de recursos, procesos productivos, fabricación de materiales y métodos

constructivos, caracterizados por concentrar altas cantidades de dióxido de carbono y partículas suspendidas, convirtiéndose en contaminantes persistentes en el aire, dañando al ambiente y la salud de la población.

El caso de las partículas suspendidas es especial, pues representan un importante riesgo a la salud, ya que al entrar al organismo producen daños a los órganos internos, provocando enfermedades cardiovasculares, cáncer de pulmón o enfermedades pulmonares obstructivas crónicas (EPOC), siendo los niños, mujeres y trabajadores que realizan actividades en el exterior los principales afectados, estas enfermedades son subestimadas por las características de sus síntomas, no obstante, sus efectos llegan a ser mortales. En este sentido, se hace evidente un deterioro general en la calidad de vida de la población por ello, en el estudio se identifican las principales afectaciones producidas por partículas de 2.5 micrómetros de diámetro (PM 2.5), pues estas son la que tienen mayor influencia sobre la salud de la población, dada la toxicidad de su composición, ya que absorben gran variedad de químicos asociados a enfermedades degenerativas como el cáncer, e incluso diversos tipos de mutaciones.

En Cuernavaca, durante las últimas décadas las concentraciones de estas partículas exceden de manera constante 150 partes por billón (ppb), cifra que sobrepasa los límites permitidos por la NOM-020-SSAI-2021 de 90 ppb, este es un indicador que evidencia la necesidad de ajustar las estrategias planteadas por el Estado para mitigar la emisión de contaminantes atmosféricos.

A nivel urbano, una de esas políticas es la relacionada con la densificación de áreas urbanas, cuya finalidad tiene un referente visiblemente económico, dado que se enfoca en fomentar la oferta y demanda de edificaciones arquitectónicas,

convencionalmente construidas con materiales de construcción que generan residuos particularmente de blocks de concreto y fierro; los cuales al ser manipulados o pulverizados produce partículas de componentes peligrosos para la salud humana, llegando a contener metales pesados detonadores de enfermedades no transmisibles (ENT), destacándose las de tipo cardiovascular, respiratorias, y degenerativas como la diabetes o el cáncer. A nivel global, su tratamiento en términos económicos representa un 48% del PIB mundial, esto es alrededor de 30 billones de dólares, una condición compleja de abordar para cualquier país, sobre todo aquellos considerados pobres, por ejemplo, en Latinoamérica la dificultad para atender dichas enfermedades ocasiona casi 80% de la mortandad registrada en la región.

En este contexto, el crecimiento urbano es una de las actividad humana que más ha contribuido a la contaminación del ambiente, particularmente del aire, por tal motivo en el Estado de Morelos y la ciudad de Cuernavaca la preocupación por la calidad del aire es permanente, pues concentra altas cantidades de partículas suspendidas que aceleran el deterioro de este elemento, e incrementa las enfermedades de este problema. Dichas condiciones pueden mitigarse, si se toma como principal referencia los niveles máximos de concentración de partículas suspendidas emitidos por gobierno federal, pues serian el cimiento para la elaboración de políticas y estrategias públicas que beneficien la calidad de vida de la población, al mismo tiempo que las finanzas Morelenses y del municipio de Cuernavaca, dado que prevenir las afectaciones ahorraría millones de pesos en proyectos resarcitorios de problemas ambientales, de salud e incluso de la falta de infraestructura; sin olvidar que también es preponderante la formulación de

nuevas normas que regulen los procesos de fabricación de los materiales de construcción, de la edificación y de la generación de residuos, principalmente de los utilizados para satisfacer la demanda del mercado inmobiliario.

En países europeos se ha implementado técnicas de reutilización y reciclaje desde la década de los 80's, alcanzando una "tasa" de aprovechamiento de RCyD de entre 80 a 90%, los cuales son utilizados en vialidades y edificaciones, disminuyendo el volumen de residuos, y generando beneficios económicos como ambientales. Estas estrategias debieran convertirse en políticas públicas para facilitar su cumplimiento, lamentablemente en México, se estima que solo el 4% de los RCyD son aprovechados, y solo un par de entidades cuentan con una política pública adecuada, lo cual no significa que operativamente la norma se cumpla correctamente. En el caso del Estado de Morelos, no existen reglamentos o normas para el tratamiento de estos residuos, solo cuenta con criterios emitidos por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para el manejo de estos residuos. Pero es hasta después del sismo del 19 de septiembre de 2017, que se establecen ciertas especificaciones para los sitio de disposición final de los RCyD en las entidades afectadas, sin embargo, en el municipio de Cuernavaca el único sitio de disposición final autorizado con este propósito no cumple con las especificaciones establecida por la SEMARNAT, de hecho este lugar supera el límite permitido para la disposición de residuos; no cuenta con drenaje pluvial, lo que ocasiona que el agua se estanque en una oquedad donde se combina con los lixiviados de los residuos de la construcción; tampoco se clasifican los materiales cuando ingresan al sitio, poniendo en riesgo los mantos acuíferos y las personas que habitan en los terrenos contiguos.

Por ello, es necesario un cambio de perspectiva en la conceptualización de los residuos de la construcción y demolición, así se sería posible el uso de recursos públicos en la formulación de políticas y la construcción de infraestructura para el aprovechamiento de los RCyD, disminuyendo su volúmenes, beneficiando al ambiente y la salud humana. Otro método para mitigar el daño ocasionado por el sistema económico es la valoración, la cual evalúa los daños físicos causados por las actividades que perjudican al ambiente, así como por la medición de los efectos de sus impactos, principalmente de los procesos productivos, coste de morbilidad, mortalidad, así como de sustitución y restauración de activos naturales.

Capítulo IV. Reflexión final; Hacia una Valoración Ambiental de los RCyD

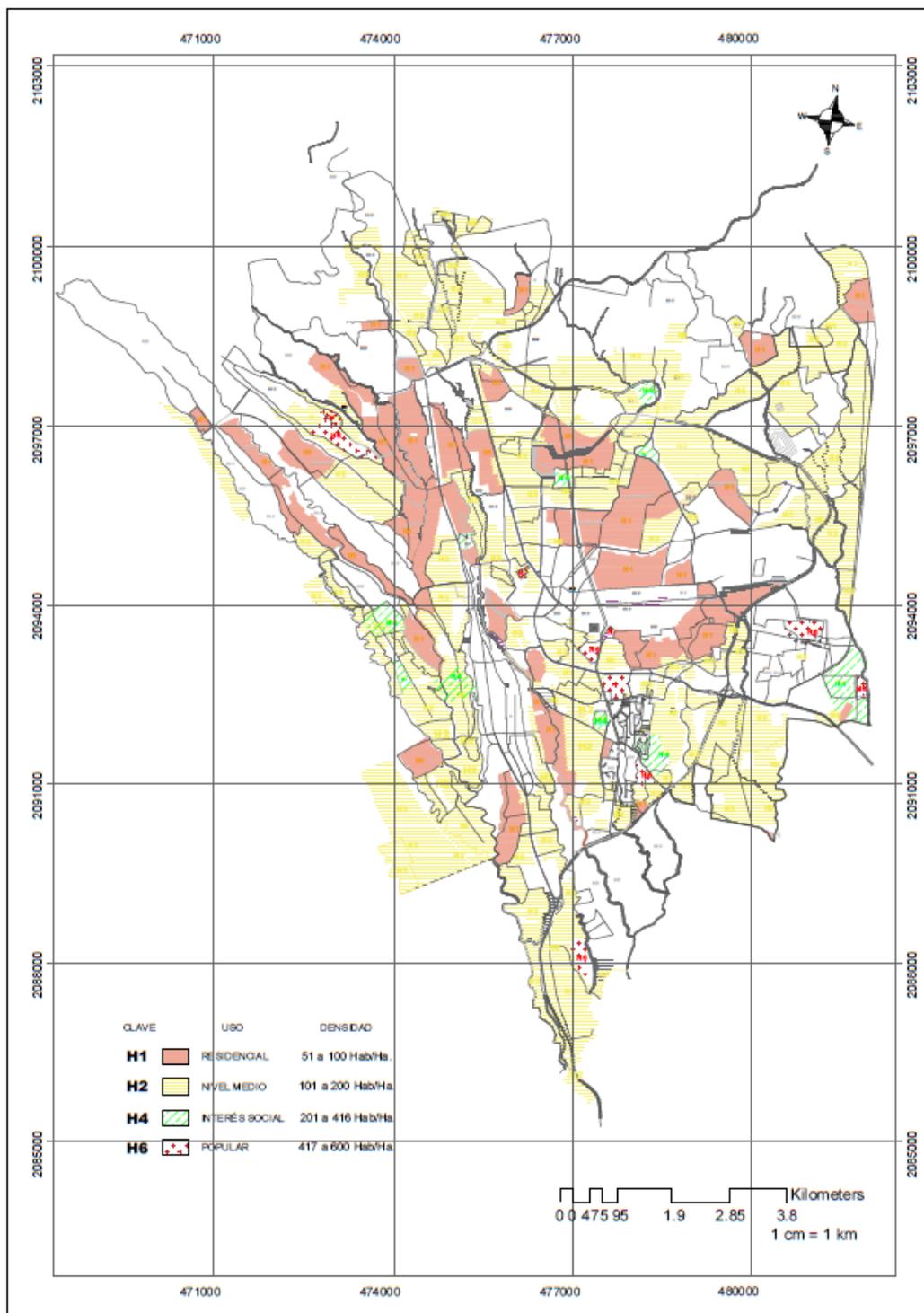
La relación que el capitalismo mantiene con la naturaleza originó la expansión urbana, resultado de las condiciones impuestas en las zonas rurales, implantando en las personas la idea de que en la ciudad tendrán mejores oportunidades y una mejor calidad de vida. Esta condición ocasionó que el uso de suelo cambiara, modificando el territorio para satisfacer la acelerada demanda de viviendas asequibles, infraestructura viable, servicios básicos esta nueva población; disminuyendo la superficie productiva de la tierra agrícola, lo que da lugar a una expansión insostenible por tratar de cubrir todas las necesidades humanas incrementando su huella extraterritorialmente.

Debido a esta dinámica, los procesos constructivos y el funcionamiento de la arquitectura se han visto afectados, principalmente por el mercado inmobiliario, el cual, ha desvirtuado la concepción de la vivienda al convertirla en una mercancía para obtener más ganancia, lo que ocasiona una construcción en masa, generando residuos de gran diversidad, como sucede en todas las mercancías, dado que una obra constructiva pueden generar por m² hasta 450 kilos de residuos, siendo principalmente concreto, ladrillos, madera, metales, envases de productos, plástico, papeles, pinturas con plomos y productos químicos, los que al tener un manejo inadecuado contribuyen a la degradación ambiental.

En el municipio de Cuernavaca este patrón se ha reproducido, pues representa la mayor área ocupada de este, principalmente por el uso de suelo habitacional, ocupando 7 de cada 10 m² de la zona urbana del municipio, dividiéndose en tipo residencial (H1), nivel medio (H2), interés social (H4) y vivienda popular (H6) (ver mapa 11), lo que implica que la contribución de los residuos de

la construcción y demolición sea constante. Lo que hizo relevante el análisis de la cantidad de vivienda construida por década entre 1980 a 2020 en Cuernavaca y como esta ha generado un tipo de residuo específico por etapa constructiva.

Mapa 11. Distribución de usos de suelo en Cuernavaca, Morelos



Fuente: Elaboración propia con datos de la Carta Urbana del municipio de Cuernavaca

Esta dinámica de crecimiento es consecuencia de la inmigración de la ciudad de México a Cuernavaca por el sismo ocurrido en el año 1985, haciendo que la vivienda de nivel medio fuera la más solicitada, pues la población buscaba viviendas a precios asequibles, de esta forma fue que la ciudad paso de ser uso de suelo residencial a uno de nivel medio, transformando el territorio del municipio. Las consecuencias de esta transformación fue el incremento de la contaminación por RCyD específicamente material derivados del cemento, como el block, excavación y fierro (ver tabla 21), lo que demuestra que esta expansión urbana contribuye al aumento de la construcción generando convencionalmente residuos de una diversidad y volumen por tipo de uso de suelo y etapa constructiva de forma permanente, agravado por la falta de tratamiento y manejo de estos.

En la década de 1990 la ciudad de Cuernavaca continuó con el crecimiento poblacional, con una constante de incremento en la vivienda de nivel medio pero también en la vivienda residencial, generando de manera constante los mismos residuos que en la época de 1980, solo que con un volumen diferente, como se puede observar en la tabla 21. Para el año 2000 la expansión urbana siguió ocupando el territorio con suelo habitacional, siendo el nivel medio una constante en el crecimiento pero también la residencial, lo que ocasionó un incremento importante en los residuos de block, material de excavación y fierro, como se representa en la tabla 21 a consecuencia de los volúmenes de materiales que se necesitan para poder edificar una vivienda residencial primordialmente por los m². La implicación de no tener un correcto manejo de estos residuos es el daño al ambiente y a la salud humana, lo que provoca costos económicos al buscar remediar y tratar estos efectos negativos, productos del sector de la construcción.

Tabla 21. RCyD a través de la década de 1980-2000

Año	Block	Material de excavación	Fierro
1980	1,213,606 m3	402,742 m3	265,678 m3
1990	955,658 m3	317,141 m3	209,209 m3
2000	3,860,463 m3	1,281,118 m3	845,117 m3

Fuente: Elaboración propia

De hecho, al realizar los trabajos requeridos en obra, estos materiales, especialmente los derivados del concreto, al ser manipulados, pulverizados o demolidos producen partículas que quedan suspendidas en el aire, estas al ingresar al organismo provocan afectaciones a la salud, como las enfermedades no transmisibles (ENT), de las cuales, las cuatro principales son las enfermedades cardiovasculares, el cáncer, las enfermedades respiratorias crónicas y la diabetes, convirtiéndolas en la principal causa de morbilidad y mortalidad en todo el mundo. De estas partículas una de las más peligrosas son las PM2.5, debido a su composición y toxicidad.

En México se han implementado estrategias para mitigar la contaminación atmosférica producto de estas partículas, estableciendo un límite permitido, que si se cumpliera, se evitarían, un total de 2,170 muertes prematuras (SEMARNAT, 2014). No obstante, las concentraciones atmosféricas de ozono y partículas suspendidas exceden de manera persistente las 150 ppb (partes por billón), una cifra que sobrepasa el máximo que permite la norma mexicana (NOM-020-SSA1-2021) de 90 ppb (SEMARNAT, 2014).

Según SEMARNAT, las actividades humanas más perjudiciales para el ambiente y para la salud humana son: los vehículos automotores donde predomina

el automóvil privado, aumentando constantemente la cantidad de unidades desde el año 2004 al 2022, como se observa en la tabla 22; la industria siendo la tercera más contaminante la de la construcción produciendo daños no solo al suelo, agua y aire sino también a la salud. Estas actividades contribuyen al desequilibrio de los ecosistemas y a la salud humana, de hecho se estima que las enfermedades del sistema respiratorias son de las principales afectaciones al humano por partículas suspendidas debido al estilo de vida y las actividades actuales.

Tabla 22. Aumento de vehículos privados de 2004 a 2022

Año	Vehículos particulares
2004	91,228
2022	514,979

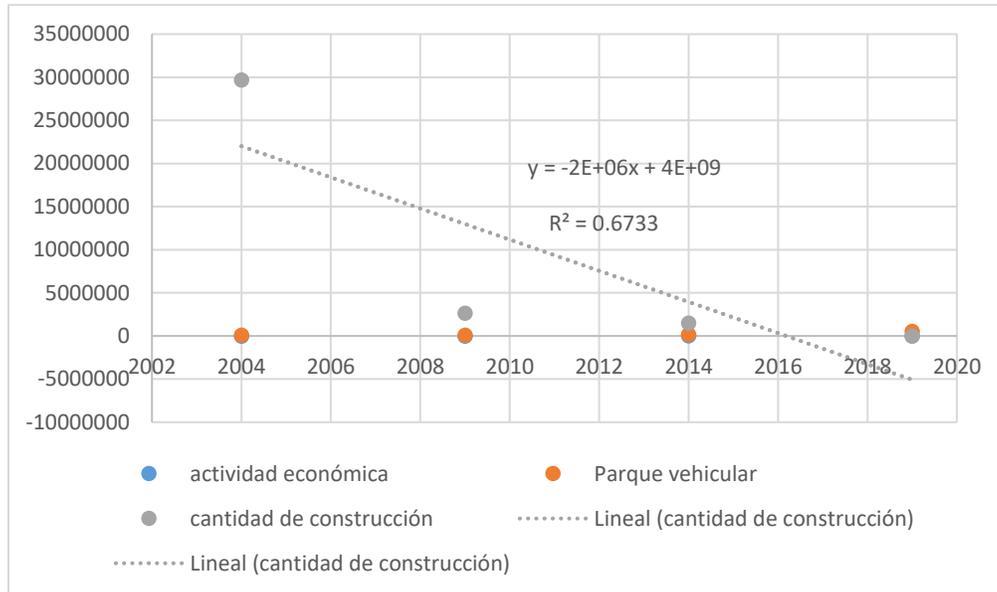
Fuente: Elaboración propia

Este sistema capitalista produce un incremento de población, transformando el estilo de vida, motivándolos a seguir consumiendo constantemente por la demanda de nuevos productos y bienes, la consecuencia de ello es habitar un medio enfermo y contaminado.

Por esta razón se realizó una regresión lineal múltiple, para analizar, si existe, una posible relación entre diferentes variables independientes y otra variable dependiente y poder entender cuáles pueden ser las causas de la variación, lo que nos ayudó a estimar que estas actividades humana si están relacionadas con los daños a la salud de la población (ver gráfica 20), derivado de la modificación del uso de suelo a habitacional, asociados a la ocupación de tipo arquitectónico, principalmente fraccionamientos y viviendas de interés social por parte del sector inmobiliario, aunado al incremento del parque vehicular en Cuernavaca,

generando afectaciones a la salud por la contaminación del aire, pudiendo así, conocer los costos socioambientales que se generan.

Gráfica 20. Regresión lineal múltiple



Fuente: Elaboración propia

Estas afecciones que han enfermado a la sociedad y las cuales pueden ser evitadas, ha impuesto una carga en el sistema de salud pública, nada más en 2005 el costo de tratamiento por enfermedades respiratorias era cerca de \$500,000 pesos, sin embargo para 2022 aumentó a más de \$3,000,000 de pesos para intentar resarcir los daños que las actividades ya mencionadas han producido

En este sentido, se podrían evitar 9,767 muertes por PM2.5, evitando costos asociados por daños a la salud por la contaminación de más de 16 mil millones de pesos por tratamiento (INSP, 2017), evitando impactos con económico de \$45 mil millones de pesos, aunado a esto, si las concentraciones de partículas finas estuvieran por debajo de los límites de la normatividad mexicana se tendrían también cuantiosos beneficios económicos de 27 mil millones de pesos.

Lista de referencias

Abarca Guerrero, L., & Leandro Hernández, A. G. (14 de Febrero de 2016). *Situación actual de la gestión de los materiales de construcción en Costa Rica*.

Obtenido de SCielo:
https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0379-39822016000400111

Aldana, J., & Serpell, A. (24 de julio de 2012). *Temas y tendencias sobre residuos de construcción y demolición: un metaanálisis*. Obtenido de SCielo:

https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-915X2012000200002

Banco Mundial . (2003). *World development report 2003 : sustainable development in a dynamic world - transforming institutions, growth, and quality of life*.

Obtenido de Banco Mundial:
<https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/222441468340783817/informe-sobre-el-desarrollo-mundial-2003-desarrollo-sostenible-en-un-mundo-dinamico-transformacion-de-instituciones-crecimiento-y-calidad-de-vida>

Banco Mundial. (20 de septiembre de 2018). *Los desechos a nivel mundial crecerán un 70 % para 2050, a menos que se adopten medidas urgentes*. Obtenido de

Banco Mundial: <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2018/09/20/global-waste-to-grow-by-70-percent-by-2050-unless-urgent-action-is-taken-world-bank-report>

Banco Mundial. (6 de Octubre de 2022). *Desarrollo urbano. Panorama general.*

Obtenido de Banco Mundial:
<https://www.bancomundial.org/es/topic/urbandevelopment/overview>

Barroso Domínguez , V. (19 de julio de 2013). Obtenido de Análisis de la Gestión de residuos de construcción y demolición en la Comunidad Autónoma de Andalucía:

<https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/30186/fichero/Cap%C3%ADtulo+0.pdf>

Bartelmus, P. (1997). *The Value of Nature: Valuation and Evaluation in Environmental Accounting.* New York: United Nations.

Burkett, P. (2009). *Marxism and ecological economics toward a red and green political economy.* Chicago IL: Haymarket books.

Cabrera Trimiño, G. J. (1997). *Economía ecológica demografía ambiental y desarrollo.* La Habana: Ciencias Sociales.

Camargo Angeles, R. (25 de noviembre de 2019). *Enfermedades Respiratorias Magnitud, Costos y Solución.* Obtenido de Senado:
http://bibliodigitalibd.senado.gob.mx/bitstream/handle/123456789/4711/Dr_RobertoCamargo.pdf?sequence=35&isAllowed=y

CEMEX. (13 de julio de 2022). *Economía Circular en la industria de la construcción.* Obtenido de CEMEX: <https://www.cemexventures.com/es/circular-economy-in-the-construction->

industry/#:~:text=Actualmente%2C%20solo%20el%2040%25%20de,la%20creaci%C3%B3n%20de%20nuevos%20edificios.

Centro Mario Molina. (2014). *Políticas públicas para el mejoramiento de la calidad de aire, caso de estudio: Zona Metropolitana del Valle de México*. Obtenido de Centro Mario Molina: http://centromariomolina.org/wp-content/uploads/2014/06/RE_HNC_ZMVM2014.pdf

CMIC. (23 de abril de 2023). *Construcción sustentable: así se trabajan los residuos de las obras*. Obtenido de Cámara mexicana de la industria de la construcción: <https://www.cmic.org/construccion-sustentable-asi-se-trabajan-los-residuos-de-las-obras/>

CONEVAL. (2020). *Informe de pobreza y evaluación*. Obtenido de CONEVAL: chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Documents/Informes_de_pobreza_y_evaluacion_2020_Documentos/Informe_Morelos_2020.pdf

Cruz Campas, M. E., Gómez Álvarez, A., Ramírez Leal, R., Villalba Villalba, A. G., Monge Amaya, O., Varela Salazar, J., . . . Duarte Tagles, H. F. (2017). CALIDAD DEL AIRE RESPECTO DE METALES (Pb, Cd, Ni, Cu, Cr) Y RELACIÓN. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 23-34.

El País. (23 de diciembre de 2022). *La contaminación ambiental, el monstruo silencioso que mata cada año a más de 8.000 personas en Ciudad de México*. Obtenido de El País: <https://elpais.com/mexico/2022-11-23/la-contaminacion-ambiental-el-monstruo-silencioso-que-ahoga-cada-ano-a->

8000-personas-en-ciudad-de-mexico.html?event=go&event_log=go&prod=REGCRARTMEX&o=cerrmex

Enshassi, A., Kochendoerfer, B., & Rizq, E. (30 de noviembre de 2014). *Evaluación de los impactos medioambientales de los proyectos de construcción*. Obtenido de Scielo: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732014000300002#:~:text=\(2008\)%20citado%20por%20Singh%20\(%20y%20para%20los%20ecosistemas](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732014000300002#:~:text=(2008)%20citado%20por%20Singh%20(%20y%20para%20los%20ecosistemas).

EPA. (10 de mayo de 2023). *Efectos del material particulado (PM) sobre la salud y el medioambiente*. Obtenido de Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos: <https://espanol.epa.gov/espanol/efectos-del-material-particulado-pm-sobre-la-salud-y-el-medioambiente>

EPA. (10 de mayo de 2023). *Efectos del material particulado (PM) sobre la salud y el medioambiente*. Obtenido de Environmental Protection Agency: <https://espanol.epa.gov/espanol/efectos-del-material-particulado-pm-sobre-la-salud-y-el-medioambiente>

Escalante Semerena, R. I., & Aroche Reyes, F. (2003). *Instrumentos económicos para la gestión ambiental. El caso de los aceites lubricantes usados en México*. México: DGAPA.

Fondo Mundial para la Naturaleza. (2020). *Día de la sobrecapacidad de la Tierra*. Obtenido de WWF: https://www.wwf.es/nuestro_trabajo/informe_planeta_vivo_ipv/huella_ecologica/dia_de_la_sobrecapacidad_de_la_tierra/

González Alvarado, R. (mayo de 3 de 2023). *En CDMX, de 14 mil toneladas de residuos de construcción sólo se procesan 6 mil cada día*. Obtenido de La Jornada: <https://www.jornada.com.mx/notas/2023/04/18/reportaje/en-cdmx-de-14-mil-toneladas-de-residuos-de-construccion-solo-se-procesan-6-mil-cada-dia/>

IDICT. (25 de marzo de 2020). *Cálculo de emisión de polvo en plantas de trituración de piedra*. Obtenido de Instituto de Información científica y tecnológica: <https://www.redalyc.org/journal/6378/637869113004/html/>

INEGI. (2020). *Información por entidad*. Obtenido de INEGI: <https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/mor/poblacion/densidad.aspx?tema=me&e=17#:~:text=Densidad.,Morelos&text=Por%20su%20densidad%20de%20poblaci%C3%B3n,lugar%203%20a%20nivel%20nacional.&text=hay%2064%20personas%20por%20kil%C3%B3metro%20cua>

INEGI. (24 de enero de 2023). *ESTADÍSTICA DE DEFUNCIONES REGISTRADAS*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística y Geografía: www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2023/DR/DR-Ene-jun2022.pdf

INEGI. (5 de junio de 2023). *Si quieres dejar huella que no sea de plástico*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística y Geografía: <https://www.inegi.org.mx/contenidos/inegi/sma/doc/REVISTAXXIIJIMA.pdf>

INSP. (5 de junio de 2017). *Estiman el impacto en la salud por contaminación atmosférica*. Obtenido de Instituto Nacional de Salud Pública: <https://www.insp.mx/avisos/4466-impacto-salud-contaminacion.html>

International Energy Agency. (2022). *world energy*. Obtenido de IEA: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022/executive-summary?language=es>

La Jornada. (23 de Abril de 2023). *El mundo de la basura*. Obtenido de La Jornada: <https://www.jornada.com.mx/2023/04/23/edito/002a1edi>

LGPGIR. (22 de mayo de 2015). *Ley General para la Preención y Gestión Integral de los Residuos* . Obtenido de Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión: [chrome-extension://efaidnbnmnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/131748/23._LEY_GENERAL_PARA_LA_PREVENCION_Y_GESTION_INTEGRAL_DE_LOS_RESIDUOS.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/131748/23._LEY_GENERAL_PARA_LA_PREVENCION_Y_GESTION_INTEGRAL_DE_LOS_RESIDUOS.pdf)

López Armendariz, P. (octubre de 1997). *Efecto de la incorporación de Niquel en el clinker de cemento*. Obtenido de Universidad Autónoma de Nuevo León: <http://eprints.uanl.mx/7734/1/1020120121.PDF>

Machado, A., García, N., Acosta, L., Córdova, A., Linares, M., Giraldoth, D., & Velásquez, H. (2008). Contaminación por metales (Pb, Zn, Ni y Cr) en aire, sedimentos viales y suelo en una zona de alto tráfico vehicular. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* , 171-182.

Martínez Alier, J., & Roca Jusmet, J. (1995). *Economía ecológica y política ambiental* . México D.F.: Fondo de Cultura Económica.

Martínez, J. A. (2003). Use and valorization of Organic Fraction. *ONTARE*, 243-254.

Marvin, S., & Medd, W. (1999). Metabolisms of obe-city. *In the nature of cities. Urban political ecology and the politics of urban metabolism*, 143-155.

Morelos Cruz, R. (3 de Mayo de 2023). *Sólo se reciclan 7% de residuos sólidos del país.* Obtenido de La Jornada: <https://www.jornada.com.mx/notas/2023/04/21/reportaje/solo-se-reciclan-7-de-residuos-solidos-del-pais/>

Naciones Unidas. (10 de Julio de 2014). *Más de la mitad de la población vive en áreas urbanas y seguirá creciendo.* Obtenido de Naciones Unidas: <https://news.un.org/es/story/2014/07/1306271>

Naciones Unidas. (15 de Noviembre de 2022). *La población mundial llegará a 8000 millones en 2022.* Obtenido de Naciones Unidas: <https://www.un.org/es/desa-es/la-poblaci%C3%B3n-mundial-llegar%C3%A1-8000-millones-en-2022>

Naredo, J. M., & Parra, F. (1993). *Hacia una ciencia de los recursos naturales.* Madrid : siglo veintiuno editores.

NDAA. (15 de junio de 2016). *¿Qué emite más dióxido de carbono? ¿Los volcanes o la actividad humana?* Obtenido de Climate: <https://www.climate.gov/news-features/climate-qa/%C2%BFqu%C3%A9-emite-m%C3%A1s-di%C3%B3xido-de-carbono-%C2%BFlos-volcanes-o-la-actividad-humana#:~:text=Las%20actividades%20humanas%E2%80%94principalmente%20la,di%C3%B3xido%20de%20carbono%20en%202015.>

NIOSH. (14 de septiembre de 2018). *Consecuencias para la salud de la sobrexposición al polvo respirable de carbón y sílice*. Obtenido de Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional: <https://www.cdc.gov/spanish/niosh/mining/topics/respirable.html#:~:text=L a%20inhalaci%C3%B3n%20del%20polvo%20de,respiratorias%20relacionad as%20con%20el%20polvo>

NJ. (junio de 2005). *Hoja informativa sobre sustancias peligrosas*. Obtenido de Departament of health and seniors service: <https://nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/0520sp.pdf>

OIT. (17 de marzo de 2015). *Salud en el trabajo: silicosis*. Obtenido de Organizacion Internacional del Trabajo: https://www.ilo.org/safework/areasofwork/occupational-health/WCMS_354286/lang--es/index.htm

OMS. (19 de diciembre de 2022). *Calidad del aire y salud*. Obtenido de Organizacion Mundial de la Salud: [http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality -and-health](http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality -and-health)

OMS. (31 de agosto de 2022). *Intoxicación por plomo y salud*. Obtenido de Organización Mundial de la Salud: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>

ONU. (6 de Octubre de 2003). *Mil millones de personas viven en barrios marginales y de tugurios*. Obtenido de Naciones Unidas: <https://news.un.org/es/story/2003/10/1022241>

- ONU. (10 de Julio de 2014). *Más de la mitad de la población vive en áreas urbanas y seguirá creciendo*. Obtenido de Naciones Unidas: <https://www.un.org/es/desa/world-urbanization-prospects-2014#:~:text=%E2%80%9CEI%20crecimiento%20de%20la%20poblaci%C3%B3n,la%20poblaci%C3%B3n%20urbana%20para%202050>.
- ONU. (10 de julio de 2014). *Más de la mitad de la población vive en áreas urbanas y seguirá creciendo*. Obtenido de Naciones Unidas: <https://www.un.org/es/desa/world-urbanization-prospects-2014>
- ONU. (21 de Noviembre de 2017). *Aumenta la generación de residuos en América Latina y el Caribe mientras 145.000 toneladas aún se disponen de forma inadecuada cada día*. Obtenido de Naciones Unidas: <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/aumenta-la-generacion-de-residuos-en-america-latina-y-el-caribe>
- ONU. (20 de Junio de 2017). *Tendencias del desarrollo urbano en México*. Obtenido de Naciones Unidas: <https://onuhabitat.org.mx/index.php/tendencias-del-desarrollo-urbano-en-mexico>
- ONU. (20 de Junio de 2017). *Tendencias del desarrollo urbano en México*. Obtenido de Naciones Unidas: <https://onuhabitat.org.mx/index.php/tendencias-del-desarrollo-urbano-en-mexico>
- ONU. (1 de abril de 2019). *El fuerte crecimiento poblacional supondrá un reto para lograr un desarrollo sostenible*. Obtenido de Naciones Unidas: <https://www.un.org/es/desa/commission-on-population-and-development52>

- ONU. (7 de septiembre de 2021). *Acciones sobre la calidad del aire: un resumen global de políticas y programas para reducir la contaminación del aire*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas: <https://www.unep.org/es/resources/informe/acciones-sobre-la-calidad-del-aire-un-resumen-global-de-politicas-y-programas>
- ONU. (11 de Julio de 2022). *Hacia un futuro resiliente para un mundo de 8000 millones de personas: aprovechar las oportunidades y garantizar los derechos y las opciones para todos*. Obtenido de Naciones Unidas: <https://www.un.org/es/observances/world-population-day>
- ONU. (15 de Noviembre de 2022). *Población*. Obtenido de Naciones Unidas: <https://www.un.org/es/global-issues/population#:~:text=Se%20estima%20que%20la%20poblaci%C3%B3n,millones%20para%20mediados%20de%202080.>
- OPS. (17 de octubre de 2009). *Enfermedades del Trabajo*. Obtenido de Organización Panamericana de la Salud: https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=1708:2009-wh-projects&Itemid=0&limitstart=1&lang=es#gsc.tab=0
- OPS. (2020). *Economía de las ENT*. Obtenido de Organización Panamericana de la Salud: <https://www.paho.org/es/temas/economia-ent>
- OPS. (18 de enero de 2022). *La Carga de las Enfermedades Respiratorias Crónicas*. Obtenido de Organización Panamericana de la Salud: <https://www.paho.org/es/enlace/carga-enfermedades-respiratorias-cronicas>

- Ornelas, R., Bartran, A., Ceceña, A. E., Esteva, G., & Holloway, J. (2013). *Crisis Civilizatoria y superación del capitalismo*. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Osorio Múnera, J. D., & Correa Restrepo, F. J. (2015). *Valoración económica de la reducción del ruido*. Medellín: Sello editorail.
- Paredes Camarillo, E. (28 de febrero de 2023). *La corrosión del acero embebido en el concretoreforzado*. Obtenido de Saber Más: <https://www.sabermas.umich.mx/archivo/articulos/24-numero-3/45-la-corrosion-del-acero-embebido-en-el-concreto-reforzado.html>
- Pengue, W. A., & Feinstein, H. A. (2013). *Nuevos enfoques de la economía ecológica. Una perspectiva latinoamericana sobre el desarrollo*. Buenos Aires: Lugar Editorial.
- Pérez Campuzano, E., & Perevochtchikova, M. (2012). *Hacia un manejo sustentable del suelo de conservación del Distrito Federal*. México D.F.: Miguel Ángel Porrúa .
- Rhodes, E., & Mark Jaaccard, J. (2017). Exploring citizen support for different types of climate policy. *Ecological economics*, 56-57.
- Rodríguez, F., & Fernández, G. (agosto de 2010). *Ingeniería sostenible: nuevos objetivos en los proyectos de construcción*. Obtenido de SCielo: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732010000200001

SEDEMA. (12 de julio de 2006). *NORMA AMBIENTAL PARA EL DISTRITO FEDERAL NADF-007-RNAT-2004*. Obtenido de SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE :
chrome-
extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.sedema.cdmx.
gob.mx/storage/app/uploads/public/577/289/367/577289367696949808334
4.pdf

SEDEMA. (20 de julio de 2021). *Secretaria del Medio Ambiente*. Obtenido de Norma Ambiental para la Ciudad de México NACDMX-007-RNAT-2019:
<https://sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/uploads/public/64f/a0d/a70/64fa0da703c50093600864.pdf>

SEDEMA. (1 de marzo de 2023). *Ranking internacional registra mejora en la calidad del aire de la Ciudad de México*. Obtenido de Secretaría del Medio Ambiente:
<https://sedema.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/ranking-internacional-registra-mejora-en-la-calidad-del-aire-de-la-ciudad-de-mexico>

SEMARNAT. (2000). *Aire*. Obtenido de Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales:
https://paot.org.mx/centro/ine-semarnat/informe02/estadisticas_2000/informe_2000/05_Aire/5.1_Inventario/index.htm

SEMARNAT. (20 de abril de 2004). *Diario Oficial*. Obtenido de Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales:
<https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PPD02/DO364.pdf>

SEMARNAT. (2008). *Fuentes de área. Manejo de residuos*. Obtenido de Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales: <https://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/aire/inem/6..Manejo.de.residuos.pdf>

SEMARNAT. (2014). *Valoración económica de los beneficios a la salud de la población que se alcanzarían por la reducción de las PM2.5 en tres zonas metropolitanas mexicanas*. Obtenido de Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales: www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/195224/2014_CGCSA_Beneficios_econ_micos_al_reducir_PM2.5.pdf

SEMARNAT. (29 de septiembre de 2017). *Criterios para el manejo de los residuos de construcción y demolición generados por el sismo del 19 de septiembre*. Obtenido de Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales: <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/criterios-para-el-manejo-de-los-residuos-de-construccion-y-demolicion-generados-por-el-sismo-del-19-de-septiembre-para-los-estados-de-mexico-morelos-puebla-y-ciudad-de-mexico?idiom=es>

SEMARNAT. (10 de enero de 2017). *Residuos Sólidos Urbanos (RSU)*. Obtenido de Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales : <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/residuos-solidos-urbanos-rsu>

SEMARNAT. (22 de marzo de 2019). *Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes Criterio INEM*. Obtenido de Secretaría de Medio Ambiente y

Recursos Naturales: <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/inventario-nacional-de-emisiones-de-contaminantes-criterio-inem>

SEMARNAT. (21 de enero de 2021). *Partículas suspendidas PM10 y PM2.5 dañan salud y medio ambiente*. Obtenido de Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales: <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/particulas-suspendidas-pm10-y-pm2-5-danan-salud-y-medio-ambiente#:~:text=5%20tienen%20un%20efecto%20mayor,%C3%A1cidos%20C%20metales%20y%20carbono%20negro>.

Spring Oswald, Ú., & Rodríguez Hernández, M. (2005). *EL VALOR DEL AGUA: Una Visión Socioeconómica de un Conflicto Ambiental*. Tlaxcala: Fondo Mixto de CONACYT.

TDI. (2020). *Los Peligros Relacionados con la Soldadura*. Obtenido de Texas Department of Insurance: www.tdi.texas.gov/pubs/videoresourcessp/spwpweldhazards.pdf

UNAM. (4 de noviembre de 2016). *Construcción de contaminantes*. Obtenido de Universidad Nacional Autónoma de México: <https://blogs.ciencia.unam.mx/paradigmaxxi/2016/04/11/construccion-de-contaminantes/>

UNAM. (11 de abril de 2016). *Construcción de contaminantes*. Obtenido de Universidad Nacional Autónoma de México: <https://blogs.ciencia.unam.mx/paradigmaxxi/2016/04/11/construccion-de-contaminantes/>

UNAM. (9 de mayo de 2022). *Metales pesados: los enemigos invisibles que están por todas partes*. Obtenido de Universidad Nacional Autónoma de México: <https://ciencia.unam.mx/leer/1261/metales-pesados-los-enemigos-invisibles-que-estan-por-todas-partes>

Wong, T.-C., & Yuen , B. (2011). *Eco-city planning* . Springer.

World Economic Forum and Harvard. (19 de septiembre de 2011). *The Global Economic Burden of Non-communicable Diseases*. Obtenido de World Economic Forum and Harvard: www3.weforum.org/docs/WEF_Harvard_HE_GlobalEconomicBurdenNonCommunicableDiseases_2011.pdf

Índice de mapas

Mapa 1. Uso de suelo habitacional en Cuernavaca, Morelos

Mapa 2. Plano catastral 2020

Mapa 3. Expansión urbana de Cuernavaca.

Mapa 4. Expansión urbana de Cuernavaca en 1980

Mapa 5. Expansión urbana de Cuernavaca en 1990

Mapa 6. Expansión urbana de Cuernavaca en 2000

Mapa 7. Expansión urbana de Cuernavaca de 1980-2000

Mapa 8. Vivienda en Cuernavaca.1982

Mapa 9. Vivienda en Cuernavaca.1993

Mapa 10. Vivienda en Cuernavaca 2000

Mapa 11. Distribución de usos de suelo en Cuernavaca, Morelos

Índice de Tablas

Tabla 1. Porcentaje de residuos de la construcción en sitios de disposición final

Tabla 2. RC&D más citados en literatura

Tabla 3. Proyección de sistema urbano nacional (SUN) 2010-2030

Tabla 4. Tipo de uso de suelo en Cuernavaca

Tabla 5. Uso habitacional en Cuernavaca.

Tabla 6. M^2 de construcción en los diferentes tipos de vivienda

Tabla 7. Generación de residuos en vivienda de Interés Social

Tabla 8. Total de residuos en vivienda de Interés Social

Tabla 9. Generación de residuos en vivienda Nivel Medio

Tabla 10. Total de residuos en vivienda Nivel Medio

Tabla 11. Generación de residuos en vivienda Residencial

Tabla 12. Total de residuos en vivienda Residencial

Tabla 13. Área construida por uso habitacional (1982)

Tabla 14. Área construida por uso habitacional (1993)

Tabla 15. Área construida por uso habitacional (2000)

Tabla 16. Concentración de metales pesados en el cemento portland

Tabla 17. Efectos por tiempo de exposición

Tabla 18. Regresión lineal múltiple. Actividades económicas y construcción

Tabla 19. Regresión lineal múltiple. Actividades económicas y parque vehicular

Tabla 20. Niveles máximos permisibles de emisiones de partículas

Tabla 21. RCyD a través de la década de 1980-2000

Tabla 22. Aumento de vehículos privados de 2004 a 2022

Índice de gráficas

Gráfica 1. Área habitacional por década (1980-2020)

Gráfica 2. Área habitacional por década (1980-2020)

Grafica 3. Residuos por tipo

Grafica 4. Residuos por tipo de uso del suelo, y material (1980)

Grafica 5. Residuos por tipo de uso del suelo, y material (1990)

Grafica 6. Residuos por tipo de uso del suelo, y material (2000)

Gráfica 7. Cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana de Salud Ambiental de PM2.5, en ciudades y zonas metropolitanas de México en el año 2010

Gráfica 8. Cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana de Salud Ambiental de PM2.5, en ciudades y zonas metropolitanas de México en el año 2015

Gráfica 9. Cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana de Salud Ambiental de PM2.5, en ciudades y zonas metropolitanas de México en el año 2019

Gráfica 10. Fuentes de contribución de partículas suspendidas

Gráfica 11. Porcentaje de vehículos de motor en Cuernavaca

Gráfica 12. Parque vehicular en Cuernavaca (2004-2022)

Gráfica 13. Industrias más contaminantes en Cuernavaca

Gráfica 14. Porcentaje de Industrias más contaminantes en Cuernavaca

Gráfica 15. Porcentaje de enfermedades por partículas suspendidas

Gráfica 16. Residuos de la construcción en los diferentes usos de suelo. 1980

Gráfica 17. Residuos de la construcción en los diferentes usos de suelo. 1990

Gráfica 18. Residuos de la construcción en los diferentes usos de suelo. 2000

Gráfica 19. Costos económicos por enfermedades respiratorias

Gráfica 20. Regresión lineal múltiple

Índice de imágenes

Imagen 1. Vivienda de Interés Social

Imagen 2. Vivienda Nivel Medio

Imagen 3. Vivienda Residencial

Índice de fotografías

Fotografía 1. Material producto de excavación

Fotografía 2. Estructura de concreto y cimbra para losa

Fotografía 3. Instalación de tanque de oxidación

Fotografía 4. Residuo de impermeabilizante prefabricado

Fotografía 5. Retiro de loseta cerámica y cementante

Fotografía 6. Acarreo de diferentes tipos de residuos a tiro libre, producto de las diferentes etapas constructivas

Figura 1. Composición de residuos sólidos urbanos a nivel mundial



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD
DE CIENCIAS
BIOLÓGICAS

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Especialidad en Gestión Integral de Residuos

Cuernavaca, Morelos, 5 de febrero de 2024

**COMISIÓN REVISORA
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS
PRESENTE**

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, DE LA ESTUDIANTE C. LAURA YERITH ERAZO NÁJERA, CON NÚMERO DE MATRÍCULA 10064353, BAJO EL TÍTULO HACIA UNA VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN EN CUERNAVACA, 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

M. EN.I. ARIADNA ZENIL RODRÍGUEZ

C.i.p. – Archivo.



Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca Morelos, México, 62209, Unidad Biomédica, Tel. (777)
329 70 00, Ext. 7047 www.uaem.mx/organizacion-institucional/unidades-academicas/facultades/ciencias-biologicas

UAEM
RECTORÍA
2023-2029



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

ARIADNA ZENIL RODRIGUEZ | Fecha:2024-02-07 14:10:40 | Firmante

dPta1y+wVT+2YYeEFeZVjJiCdPndDyKpYrGKMtymqY5Gepml6Cl35Dc+1cqkErARDPi8pUF7WPLxYfilMH94NiW26gXENhxWMA+at6VIY2OfiTSaaoYAw7BhsWFvmTHWcpD+R7cr/LVMHAGdikrzURptkxaSOcBGX50XEIp4dOgeP68u6j+zJwX8sXjQKlwosTsuV5xS5EgoAJSTVm+Nd2M5hBGg4ShGHIMEFLvRverNP+bwuzeDv7gndssh9M3Yrsiipi1q+LXWZynC7WktJgYalE+NnVabMEsBoKLOF6FFWdgF1nxWgXdvSssr/8yINcB0tU9BKTchrs9T+TKu3Xg==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[EBsC3P50Y](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/0iawQGlieuTo44UkvkTV08kRRNF2Jg5>



UAEM
RECTORÍA
2023-2029



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD
DE CIENCIAS
BIOLÓGICAS

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Especialidad en Gestión Integral de Residuos

Cuernavaca, Morelos, 5 de febrero de 2024

COMISIÓN REVISORA
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, DE LA ESTUDIANTE C. LAURA YERITH ERAZO NÁJERA, CON NÚMERO DE MATRÍCULA 10064353, BAJO EL TÍTULO HACIA UNA VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN EN CUERNAVACA, 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

DR. CÉSAR AUGUSTO GONZÁLEZ BAZÁN

C.i.p. – Archivo.

Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca Morelos, México, 62209, Unidad Biomédica, Tel. (777)
329 70 00, Ext. 7047 www.uaem.mx/organizacion-institucional/unidades-academicas/facultades/ciencias-biologicas



UAEM
RECTORÍA
2023-2029



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

CESAR AUGUSTO GONZALEZ BAZAN | Fecha:2024-02-05 19:50:21 | Firmante

DsDZwjejVVFkiKaCgkRLd+FWAegdK2zwrpRUFbVFHyCLa6ntazKtUh+Y2unquHdOdEbS/4sOOgCn/5U9r55ZINj/M7Qm5CGJdUG6YCVW/+KgEO87ZWPiSRGqmdv+TluXB39
PlDztOb2sEG0KW6rl4pJOTvAkp/0dac6cmJ0wwldQ4XJIWooosuBwYbqk2VgGy4Phm6Ovd9iOSk/gn/kUwf88Z7yDnWBThxPYtkj231hBi1NKN0D0W/gGaFONZ/senwtlgJZF3D0Cv
eMxjp0oGPlxejk+3B+0kvTCB5YMqiWuf9WwTkDg3YudsRjNxl41h0u6XpfrXeOio8WUdiCvlg==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[eAhTIQUat](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/QAPMzoO48DNiEkW6GMDE5TPGqqd3460I>



UAEM
RECTORÍA
2023-2029



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD
DE CIENCIAS
BIOLÓGICAS

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Especialidad en Gestión Integral de Residuos

Cuernavaca, Morelos, 6 de febrero de 2024

**COMISIÓN REVISORA
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS
PRESENTE**

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, DE LA ESTUDIANTE C. LAURA YERITH ERAZO NÁJERA, CON NÚMERO DE MATRÍCULA 10064353, BAJO EL TÍTULO HACIA UNA VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN EN CUERNAVACA, 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

DRA. NANCY MERARY JIMÉNEZ MARTÍNEZ

C.i.p. – Archivo.



Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca Morelos, México, 62209, Unidad Biomédica, Tel. (777)
329 70 00, Ext. 7047 www.uaem.mx/organizacion-institucional/unidades-academicas/facultades/ciencias-biologicas

UAEM
RECTORÍA
2023-2029



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

NANCY MERARY JIMENEZ MARTINEZ | Fecha:2024-02-06 20:43:15 | Firmante

IN9ym45VOjB3jQqpZgN+IBOYBQZYi7y9HVjKq8RM1daoe7mXAK8HYAYM61F2B7H7bLtk9EHOEaGebn2SajtPOBmAE9vNB7IxHmq/Sf2CATxalTzAG/dyFjblHy72G5fJYy+WAX
Elw9770pDP44+G+1xVwRxcYhuO7SWcPjst84T5a8PO00VzarnS4IVcxgOLNITDjyTYoLmucCavTD0YV8nX4R3ScM39LbyO7PjITS0qrybyOl5mfwr/1gq8BGoEJnLw4FnMcvkBR19
ee57pSIVg7QcjUPzgw+e0kmSjoxFE5WITMP6lrP6Sts+245EwET9nU7/NdvvOlw9YyFxx9Qg==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[3WXkPSyol](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/ITK6jEBFWk0bJnWnOuARPOQ1RcdmYyph>



UAEM
RECTORÍA
2023-2029



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD
DE CIENCIAS
BIOLÓGICAS

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Especialidad en Gestión Integral de Residuos

Cuernavaca, Morelos, 5 de febrero de 2024

**COMISIÓN REVISORA
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, DE LA ESTUDIANTE C. LAURA YERITH ERAZO NÁJERA, CON NÚMERO DE MATRÍCULA 10064353, BAJO EL TÍTULO HACIA UNA VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN EN CUERNAVACA, 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

DR. RAFAEL MONROY ORTIZ

C.i.p. - Archivo.





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

RAFAEL MONROY ORTIZ | Fecha:2024-02-07 12:31:47 | Firmante

PGay3x0Q6bBxvbZnXMRbWphu55qef5qaXBeRogzjr1un1IAth9lk9ezf+SnUD8fZ5XgX++ugmUI6Bt+nOGZTBLId46F6W+863qOIAyw+NQ8qvbN4kmnFV6GP1PwwdqNcTfE/XlpXV0Bh+pKrzi/Bllim7DENqWF0OjM8+jW+clUlnr2uFh4x1nTn7OGLPDmvjznFC53a3Mzp2MAN0AhQByW34K1ENEb+zUVuh/9Oz36MDXpO+GxVDeGLYHM8T+Mlqtd9T+TU1+W4oW8LAKJ4cOHdimFh6D7jFJWmeDKH0EnD4uQn8gspWca32fLLbnCPH5DhCspegpb7ur8WXeL.Beg==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[nGdxifQ00](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/qABUcKYB4CZO3Y7qjGccDWPLTpC8vEQ5>



UAEM
RECTORÍA
2023-2029



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD
DE CIENCIAS
BIOLÓGICAS

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Especialidad en Gestión Integral de Residuos

Cuernavaca, Morelos, 2 de febrero de 2024

**COMISIÓN REVISORA
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS
PRESENTE**

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, DE LA ESTUDIANTE C. LAURA YERITH ERAZO NÁJERA, CON NÚMERO DE MATRÍCULA 10064353, BAJO EL TÍTULO HACIA UNA VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN EN CUERNAVACA, 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

DR. JULIO CESAR LARA MANRIQUE

C.i.p. – Archivo.



Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca Morelos, México, 62209, Unidad Biomédica, Tel. (777)
329 70 00, Ext. 7047 www.uaem.mx/organizacion-institucional/unidades-academicas/facultades/ciencias-biologicas

UAEM
RECTORÍA
2023-2029



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

JULIO CESAR LARA MANRIQUE | Fecha:2024-02-07 14:18:18 | Firmante

d3ufFAfbx683Y0JmJPBXZuoRoxXPI3sW3CZd/JmPohWVAczh6CBYwvnr7Gigr4owEOovXWtKRN8PefhJP0R+NXOOBiJN5icmfdLqqnp8BZFovG7pLMuXsAlzE71jBw8rK5mXav8rFhKTKizKVeEChapxLzaNE2R9C3zOmAhO2hZkTVSquUISg0sTADWONVzlpHzm12ghjSYg0v9nNv4+oVkcWr4tyURSKu2eJZdhFRhqF1aVYy0hDMsHW1sMSC8ZIXK7lxv7K4hRlFMOiKp2yZA+Bi5f1LJD4pv9YxY8boJIBE164aHrNhrkJsaeYd9bw1WL0hYMutlZETF2quwhvg==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[FgdQjB2SK](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/jTG9kUoJNvRz8S52TsEa9ghaOg7DL2zf>



UAEM
RECTORÍA
2023-2029