

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA ECONÓMICAS, A.C.



DETERMINANTES ECONÓMICOS DE LOS TIRADEROS CLANDESTINOS:
EFECTOS HETEROGÉNEOS DE LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS

TESINA

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN ECONOMÍA AMBIENTAL

PRESENTA

SALVADOR MENESES REQUENA

DIRECTOR DE LA TESINA: DR. JOSE JAIME SÁINZ SANTAMARÍA

*A mis padres:
Por su apoyo total
e incondicional en
todos los proyectos
que emprendo.*

Agradecimientos

Quiero agradecer:

A Jaime Sáinz y Adán Martínez-Cruz, los principales responsables de que haya elegido, permanecido y terminado esta maestría. Por sus enseñanzas como profesores, orientación como mentores, exigencia como colegas y apoyo como amigos.

A todos mis profesores de la MAEA, en especial a Hernán Bejarano, Luis Castro, Pedro Hancevic, Alfonso Miranda, Héctor Núñez y Raúl Pacheco quienes en más de una forma enriquecieron este trabajo con sus comentarios y aportaciones.,

A Irving, Orlando, Omar, Adolfo, Óscar, Francisco y Nadia, compañeros y amigos, que hicieron esta travesía más llevadera

A Horacio Medina, Miguel Gallardo, Alberto Esteva y Layda Sansores, por su confianza y apoyo durante mi transición de funcionario a estudiante.

y a todos los recolectores de residuos, que hacen un trabajo descomunal para mantener limpias nuestras ciudades, a pesar de todas las deficiencias estructurales.

Resumen

La disposición inadecuada de residuos sólidos es uno de los mayores problemas que enfrentan las ciudades. En años recientes se ha disparado la aparición de tiraderos clandestinos en muchas áreas metropolitanas, representando un reto técnico, presupuestario y legal para los gobiernos. La presencia de un tiradero clandestino puede tener múltiples explicaciones y el no entender las causas raíz, impide prevenir que surjan nuevamente.

En este trabajo desarrollamos dos modelos teóricos que establecen la relación entre el servicio de recolección y el surgimiento de tiraderos clandestinos. Posteriormente, realizamos un análisis econométrico de los tiraderos de la Ciudad de México y en particular de la alcaldía Cuauhtémoc, utilizando el modelo Poisson de Clases Latentes para lidiar con la heterogeneidad no observada de la Ciudad.

Los esfuerzos de recolección mostraron distintos efectos dependiendo de la zona de la Ciudad. En algunas, el número de camiones disminuye los tiraderos, pero otra apunta a funcionar mejor con un sistema de contenedores. En las colonias populares, la recolección matutina tiene efecto significativo, mientras que en las zonas comerciales lo tiene la recolección nocturna. La inseguridad tiene efectos mixtos al igual que los espacios públicos.

En general, aumentar la capacidad de recolección parece prevenir la formación de tiraderos, pero no basta con tener cobertura. El servicio de recolección debe rediseñarse tomando en cuenta la heterogeneidad de la ciudad para responder a las necesidades de la ciudadanía y así aumentar su efectividad.

Palabras clave:

residuos; tiraderos; basura; heterogeneidad; clases latentes

Clasificación JEL: Q53

Contenido

1	Introducción	1
2	Revisión de Literatura	4
2.1	Causas que originan los tiraderos clandestinos	4
2.2	La disposición de residuos desde los hogares	5
2.3	Políticas en materia de gestión de residuos	6
2.4	Aportación de este trabajo	7
3	Modelos teóricos	8
3.1	Modelo sobre la cobertura de recolección	9
3.1.1	Qué es la distancia	11
3.2	Condiciones de equilibrio en recolección	12
4	Análisis Econométrico	15
4.1	Tiraderos Clandestinos en la Ciudad de México	15
4.1.1	Datos	16
4.1.2	Métodos	18
4.1.3	Especificación	19
4.1.4	Resultados	20
4.2	Análisis de la recolección en una Alcaldía	22
4.2.1	Datos	22

4.2.2	Método y Especificación	24
4.2.3	Resultados	24
5	Conclusiones y Discusión	27
5.1	Importancia de este Trabajo	27
5.2	Limitaciones	28
5.3	Recomendaciones de Política Pública	28
5.4	Investigación Futura	29
	Referencias	30

Lista de figuras

3.1	Modelo sobre Cobertura de Recoleccion	10
4.1	Tiraderos Clandestinos en la Ciudad de México	17
4.2	Clases Latentes Ciudad de Mexico	20
4.3	Cobertura de Recoleccion en la Alcaldia Cuauhtemoc	23
4.4	Rutas de Recoleccion en Horario No Laboral	24
4.5	Clases de la Alcaldia Cuauhtemoc	25

Lista de tablas

4.1	Modelo de Clases Latentes para la Ciudad	21
4.2	Modelo de Clases Latentes para Cuauhtemoc	26

Capítulo 1

Introducción

La disposición ilegal de residuos supone severos riesgos en varias áreas como la salud, el medio ambiente, la economía y el valor paisajístico. En muchas partes del mundo, es común que la gente tire basura en lugares prohibidos para evitar costos de disposición o el esfuerzo de llevarla a un lugar apropiado, pero también en algunos casos esto puede deberse a una regulación ineficiente (Hanfmann, 2012).

Cuando la basura se dispone ilegalmente de manera recurrente en la vía pública y ésta se acumula, se tiene un tiradero clandestino. La presencia de un tiradero clandestino puede tener múltiples explicaciones (Barr, Gilg, y Ford, 2005), tales como la ubicación (Jakiel, Bernatek-Jakiel, Gajda, Filiks, y Pufelska, 2019), factores socio-económicos (Akil, Foziah, y Ho, 2015), educación y conciencia ambiental (Santiago Olivares, Padilla Arriaga, y Martínez Orozco, 2017; Desa, Kadir, y Yusooff, 2012), así como la provisión de servicios de recolección (Ichinose y Yamamoto, 2011).

Algunos gobiernos locales de distintos países gastan anualmente una gran cantidad de recursos en diversas actividades relacionadas con los tiraderos ilegales, como limpiezas, aplicación de la ley, educación sobre la disposición adecuada, entre otras. (NSW y EPA, 2017; Burns McDonnell, 2020).

Las pérdidas económicas que este fenómeno genera no ocurren solo a nivel gubernamental.

Hay evidencia de que la cercanía a tiraderos suele reducir el valor de las propiedades (Hite, Chern, Hitzhusen, y Randall, 2001; Du Preez y Lottering, 2009), incluso después de su clausura (Kinnaman, 2009). Así mismo, la falta de limpieza de los vecindarios suele impactar el valor de las viviendas debido a la disminución del valor estético y a riesgos percibidos a la salud (Nepal, Rai, Khadayat, y Somanathan, 2020). A este respecto, la relación entre salud y tiraderos de basura ha sido ampliamente estudiada (Giusti, 2009; Rushton, 2003): los tiraderos pueden representar un problema de salud pública pues la gente que vive cerca de ellos está expuesta a varios gases contaminantes (CH_4 , CO_2 , H_2S) que han sido asociados con aumentos en enfermedades respiratorias (Mataloni et al., 2016).

En 2018, 107 ciudades en todo el mundo reportaron haber dedicado unidades gubernamentales a combatir problemas comunes de gestión de residuos (Kaza, Yao, Bhada-Tata, y Van Woerden, 2018). Las políticas públicas implementadas por dichas unidades suelen enfocarse en sensibilización ambiental, inversión en infraestructura, campañas mediáticas o acciones legislativas. Algunos esquemas de cobro han sido efectivos (Lakhan, 2015).

Desgraciadamente, en México se ha puesto más interés en la legislación (Tsydenova, Vázquez Morillas, y Cruz Salas, 2018) que en dotar de capacidades a los municipios para su aplicación. La mayoría de las políticas se basan en intuición más que en evidencia sólida sobre la relación causal entre esas variables y la reducción de residuos. De hecho, la Estrategia Nacional para la Prevención y Gestión Integral de Residuos no muestra progreso significativo (CONEVAL, 2017).

En la Ciudad de México hay aproximadamente 1251 tiraderos clandestinos, algunos en áreas de valor ambiental. Por lo que este tema representa uno de los retos socio ambientales más importantes de la administración local (SEDEMA, 2019). Para abordar el tema es crucial entender la distribución espacial de los tiraderos, así como las interacciones que existen entre los distintos actores que influyen en su generación y, sobre todo, las características particulares de los vecindarios de la Ciudad.

Después de la publicación de la SEDEMA, varias alcaldías intentaron eliminar sus corre-

spondientes tiraderos clandestinos en los primeros 100 días de su administración (Vázquez Morillas et al., 2019). Por iniciativa del Gobierno de la Ciudad se organizaron los “tequios”, jornadas de limpieza en las que participan vecinos y servidores públicos; esta actividad fue suspendida debido a la pandemia de COVID-19. Alcaldías como Miguel Hidalgo han incrementado la vigilancia y lanzado campañas de denuncia a quienes tiren basura, así como difundido las posibles sanciones a quienes tiren basura, que van desde multas de 970 pesos, trabajo comunitario hasta arrestos de 13 a 24 horas. Otras, han optado por campañas de concientización. Desgraciadamente, al no tener un entendimiento de las causas raíz, no tienen certeza de que estos tiraderos no se formen de nuevo.

Esta tesina busca analizar las causas estructurales de la disposición ilegal de residuos para responder tres preguntas:

1. ¿Cuál es el efecto de la recolección sobre la presencia de tiraderos clandestinos?
2. ¿Los horarios de recolección influyen en la formación de tiraderos?
3. ¿Cómo afecta la heterogeneidad de la Ciudad la eficacia de los esfuerzos de recolección?

El documento se desarrolla de la siguiente forma: a continuación se hace una revisión de la literatura disponible sobre causas de los tiraderos clandestinos y las políticas que se han implementado para combatirlos. Posteriormente, presentamos dos modelos teóricos en los que se establece la relación que existe entre el servicio de recolección y el surgimiento de tiraderos clandestinos. A continuación, se presentan datos de la Ciudad de México y se presenta una técnica econométrica que permite lidiar con la heterogeneidad de la ciudad. Finalmente, analizamos una de las alcaldías más descriptivas de la ciudad donde tenemos datos puntuales de recolección. La evidencia empírica soporta la hipótesis de que la recolección es una manera de combatir los tiraderos clandestinos, y la técnica econométrica empleada permite concluir que estos esfuerzos de recolección tienen distintos efectos dependiendo de la zona de la ciudad.

Capítulo 2

Revisión de Literatura

Los factores socioeconómicos suelen contribuir a la adecuada o inadecuada gestión de los residuos sólidos urbanos (Akil et al., 2015). La cantidad de desechos generados es proporcional a la población y al ingreso promedio de las personas, pero hay otros factores que afectan la composición de los desechos, tales como el clima, la educación, costumbres y actitudes sociales (Bandara, Hettiaratchi, Wirasinghe, y Pilapiiya, 2007). En países poco desarrollados, los niveles de pobreza, el rápido crecimiento población y el crecimiento urbano desordenado, combinados con la escasa infraestructura y el poco presupuesto, han resultado en un creciente problema ambiental y social (Ezeah y Roberts, 2012).

2.1 Causas que originan los tiraderos clandestinos

Datos sobre desechos electrónicos domésticos en Japón revelaron que la frecuencia de tiraderos clandestinos es más alta en comunidades con altas tasas de desempleo (Matsumoto y Takeuchi, 2011). Otro estudio realizado en Eslovaquia muestra que el ingreso tienen un impacto positivo sobre la tasa de disposición ilegal: la pobreza influye la tasa negativamente, mientras que altos niveles educativos no resultan en un mejor manejo de residuos (Šedová, 2016).

El incremento en los costos de disposición y el decrecimiento en la habilidad de las autoridades para aplicar las regulaciones conlleva a un incremento en la disposición ilegal (Ichinose

y Yamamoto, 2011; Fullerton y Kinnaman, 1995). La distancia a los centros de disposición puede desincentivar la disposición adecuada (Lange, Brückner, Kröger, Beller, y Eggert, 2014), mientras que la información clara y oportuna puede incrementarlos (Rousta, Bolton, Lundin, y Dahlén, 2015). Pero incluso cuando el nivel de conocimiento sobre las regulaciones sobre residuos es alto, otros factores tales como las variables sociodemográficas, la ubicación de las residencias y el costo de recolección de basura, entre otros, explican mejor el manejo de residuos (Babayemi y Dauda, 2010). Hay lugares en las afueras de las ciudades que pueden tener propiedades topográficas y geográficas que los hacen más atractivos, como ser lugares despoblados o estar a lado de las carreteras (Matos, Oštir, y Kranjc, 2012). Por otro lado, la infraestructura juega un papel muy importante. La evaluación de un programa peruano de reciclaje mostró que la provisión de botes que hacen el proceso más limpio y conveniente incrementan sustancialmente los niveles de participación (Chong, Karlan, Shapiro, y Zinman, 2015). Mientras que otros estudios han demostrado que la frecuencia en la recolección es esencial para la disposición adecuada (Gellynck, Jacobsen, y Verhelst, 2011).

Por último, no podemos dejar de lado los factores socioculturales. La preocupación ambiental puede modificar actitudes y éstas el comportamiento (Jekria y Daud, 2016). Algo similar sucede con las normas morales y la percepción de reciprocidad (Nguyen, Zhu, y Le, 2015). La confianza en el gobierno (Saidón, 2012) puede hacer que las políticas se sigan, o muy rápidamente se caiga en el desánimo cuando éste no hace su parte (Salgado-Lopez, 2012).

2.2 La disposición de residuos desde los hogares

La decisión de los hogares de separar o no separar depende de características demográficas, psicológicas, económicas y políticas (Knickmeyer, 2020). Como ya hemos mencionado, las sociodemográficas han sido ampliamente estudiadas y van desde la edad, el ingreso, la educación, etc. (Hornik, Cherian, Madansky, y Narayana, 1995; Miafodzyeva y Brandt, 2013; Becker, 2014; Akil et al., 2015). Las psicológicas abarcan la información (Rousta et al., 2015), las nor-

mas sociales y morales (Nguyen et al., 2015), las actitudes ambientales (Jekria y Daud, 2016) y la confianza en las instituciones (Saidón, 2012).

Se ha probado que la regulación podría influir en las normas morales. Incluso en algunos casos, la ley podría ser razón suficiente para separar, pero en otros países, especialmente en Latinoamérica, esto podría no ser tan influyente (Ungar, 2017).

Sin dejar de lado lo anterior, nos centraremos en factores económicos, como son la percepción de conveniencia y los costos asociados a la separación, que se ha probado tienen una fuerte influencia sobre la separación desde el hogar (Nguyen et al., 2015). Una vez que se ha decidido separar la basura adecuadamente, viene la decisión de entregarla completamente al recolector o de tratar de revalorizar una parte. Esto puede ser compostar los residuos orgánicos o vender algunos materiales reciclables. Igual que al separar, la decisión depende de la diferencia entre su utilidad esperada y los costos de hacerlo. En el caso del compostaje, la utilidad va más asociada a las actitudes ambientales y el costo es tiempo y el espacio (Bernstad, 2014). En el caso de los valorizables, estos tienen un precio de mercado, pero hay costos de transacción (tiempo y almacenaje). Ahora bien, la decisión de entregar la basura al recolector o disponerla ilegalmente, si bien estará influenciada por la conciencia ambiental y la conducta prosocial, dependerá de que el servicio de recolección responda a las necesidades del ciudadano (Ferrara, 2011).

2.3 Políticas en materia de gestión de residuos

En Australia, la vigilancia y el patrullaje han demostrado ser las estrategias más efectivas de prevención en casi todos los tipos de residuos (NSW y EPA, 2017). Pero tratar de implementar este tipo de políticas en países latinoamericanos, donde son comunes la debilidad institucional y la falta de estado de derecho, puede significar un mayor reto (Ungar, 2017).

Corea de Sur logró eliminar la disposición ilegal de residuos a través de la implementación en fases de su programa de residuos (lo que permitió que los interesados se ajustasen al sistema), una estrategia de comunicación social que aumentó el conocimiento de la política y un mecan-

ismo de retroalimentación que permitió la mejora continua del sistema (Shekdar, 2009). En el caso de Latinoamérica y especialmente en México, se tiene que considerar la participación de los recicladores informales, los pepenadores (Marello y Helwege, 2018).

Se han hecho algunos pilotajes en cuanto a incentivos económicos, especialmente enfocados en la separación de origen. En Ghana, por ejemplo curiosamente se encontró que los hogares de menores recursos están menos dispuestos a aceptar incentivos en efectivo para participar en esta clase de programas (Owusu, Adjei-Addo, y Sundberg, 2013). Canadá ha implementado un esquema de cobro medianamente efectivo (Lakhan, 2015).

2.4 Aportación de este trabajo

Esta tesina busca analizar las causas estructurales de la disposición ilegal de residuos para determinar la influencia de las características del entorno, las variables socio-económicas, actividad comercial, inseguridad y equipamiento urbano y de distintos esfuerzos de recolección en la presencia de tiraderos clandestinos.

Aunque hay trabajos teóricos sobre la disposición de los residuos domiciliarios, los modelos aquí presentados fueron desarrollados desde la perspectiva de la desigualdad en la provisión de servicios públicos, por lo puede ser de utilidad en el análisis de distintas ciudades de países en desarrollo y en especial de Latinoamérica.

La base de datos utilizada es única, pues fue construida a partir de diversas fuentes oficiales y, al tener geolocalizadas tanto la variable de interés como las rutas de recolección, permite hacer diversos análisis con unidades de observación muy pequeñas.

Hasta donde sabemos, es además el primer trabajo en la región en abordar la deficiencia del servicio de recolección, no solo desde el punto de vista de cobertura, sino desde la incompatibilidad de los horarios fijos de recolección con las necesidades de la población.

Finalmente, es a nuestro entender el primer trabajo en la literatura de gestión de residuos que utiliza esta estrategia empírica para abordar la heterogeneidad de una ciudad.

Capítulo 3

Modelos teóricos

En distintas ciudades de México y el mundo, diariamente las personas sacan la basura de sus hogares y la colocan frente a sus domicilios, en contenedores o en distintos lugares preestablecidos, usualmente dentro de rangos de horario definidos por la autoridad municipal. En el caso de la Ciudad de México, es distinto. Cualquiera que llega por primera vez, se desconcierta por la dinámica que despierta el sonido de la campana acompañado del grito de "¡la basura!". En ese momento, los capitalinos disponen de pocos minutos para llegar hasta donde se encuentra el camión recolector; de no lograrlo, tendrán que regresar a sus casas con sus bolsas de basura, esperando tener mejor suerte al día siguiente.

Los 1251 tiraderos de la Ciudad son un reflejo del fracaso de este sistema de recolección. La SEDEMA lo atribuye a la falta de cultura de la ciudadanía. Pero en una ciudad donde en promedio se trabaja 48 horas a la semana y cuyos habitantes destinan diariamente una hora y media a transportarse, parece muy difícil para muchos capitalinos coincidir con los horarios de recolección. En este capítulo, buscaremos establecer la relación que existe entre el servicio de recolección de basura y el surgimiento de tiraderos clandestinos.

Los modelos de residuos suelen enfocarse en una decisión binaria del ciudadano: reciclar o no hacerlo. Pero en realidad el ciudadano toma micro decisiones en varios momentos: el primero, desde el hogar, se decide si separamos o no. En el primer caso, dependiendo de la sep-

aración podríamos decidir hacer algo con los residuos (composta con los orgánicos, vender los reciclables), lo que llamaremos valorización. O podemos simplemente entregarlos al recolector.

Dependiendo de las normas institucionales, al no separarla, puedo decidir entregarla también a un recolector o tirarla clandestinamente. (En realidad, el que separa podría también disponerla ilegalmente, pero descartaremos este caso pues el separar es una conducta pro ambiental incompatible con la disposición ilegal (Barr, 2007; Knussen y Yule, 2008)). ¿Por qué alguien no entregaría su basura a un recolector? Porque almacenar la basura hasta que pasa el recolector genera costos. Lo mismo sucede si la recolección no ocurre en la puerta de mi casa, pues llevarla hasta el camión de basura genera un esfuerzo. También podría darse el caso de que la recolección presuponga un pago (esto es común en el caso de los informales). Es decir, **si al ciudadano le es más costoso entregarla al recolector que disponerla ilegalmente, su basura terminará en un tiradero clandestino.**

No hay que perder de vista la posibilidad de que el recolector se rehúse a recibir la basura. Este fenómeno se observó algunos años cuando se implementó por primera vez la recolección diferenciada obligatoria en la Ciudad de México. Por lo que hay que considerar que forzar la separación de origen sin una correcta vigilancia, podría incentivar la disposición ilegal.

Resaltaremos primero que es imposible lograr una tasa de 100 por ciento de reciclaje o compostaje de todos los materiales, así que incluso separando y revalorizando, parte de la basura será entregada necesariamente a un recolector o dispuesta ilegalmente (Sorensen, 2017).

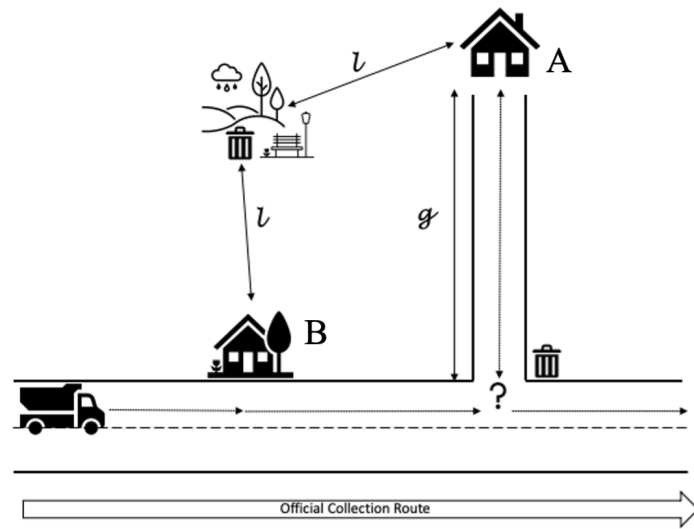
Ahora bien, en el nodo central tenemos un problema de agencia. El ciudadano que entrega su basura al recolector espera que ésta se disponga correctamente; sin embargo, el recolector podría decidir no hacerlo para maximizar su utilidad (Sappington, 1991).

3.1 Modelo sobre la cobertura de recolección

Pensemos en una ciudad que cuenta con una calle principal y un callejón de longitud g ; dos casas A y B , y un parque entre ellas a una distancia l de ambas casas. La casa A se encuentra

al final del callejón, mientras que la casa B se ubica sobre la calle principal. La ciudad solo tiene un recolector de basura que diariamente recorre la calle principal. El recolector puede decidir unilateralmente tomar un pequeño desvío por el callejón, pero eso le implicaría disponer a recursos para hacerlo.

Figura 3.1: Modelo sobre Cobertura de Recoleccion



Fuente: Elaboración propia

Los hogares siempre tienen la opción de entregar su basura al recolector o ir a tirarla al parque. Si el recolector llega frente a la casa, entregarla no tiene costo para el hogar; llevarla al parque, le cuesta l a cualquier hogar. Ahora bien, la casa A espera la decisión del recolector. Si éste no se desvía en el callejón, entonces decide si acude al parque a disponer la basura ilegalmente o si baja a la intersección del callejón con la calle principal por donde el recolector pasará. En cambio, la decisión del hogar B solo depende de sí misma, pues sabe con certeza que el recolector pasará frente a su casa.

Podemos ver que el recolector no tiene ningún incentivo para recorrer el callejón, por lo que el escenario de la rama izquierda nunca se dará. El equilibrio dependerá exclusivamente de la relación entre g y l . Si en nuestra ciudad hipotética, el parque está más cerca de la casa A que la calle principal, tirar la basura en el parque es el equilibrio de Nash. Sin embargo, en la casa

B la situación es distinta. No hay incentivos para ir al parque, por lo que el equilibrio está en entregar la basura al recolector.

3.1.1 Qué es la distancia

Se han estudiado ampliamente los factores que influyen en el manejo adecuado de residuos, así como en la separación y el reciclaje. Desde la perspectiva económica, los enfoques teóricos y empíricos se basan en los supuestos habituales de racionalidad y maximización de utilidad de los agentes económicos. Uno de los factores más estudiados relacionados con la gestión de residuos domiciliarios es la percepción de conveniencia o esfuerzo necesario. Como agentes racionales, las personas tienden a ser reacias a participar en actividades en las que no perciben que tienen un beneficio neto. Entre los factores ligados a la conveniencia se encuentran el tiempo (Miafodzyeva y Brandt, 2013), el espacio disponible en la casa y la falta de infraestructura (Yau, 2012). Naturalmente, si la actividad propuesta por una nueva política ya se realiza cotidianamente, no hay un cambio importante en el esfuerzo para cumplirla; en este sentido, los hábitos actuales pueden afectar la gestión de los residuos (Jesson, 2009). La comprensión de las políticas es otra clave. Los sistemas de separación complicados tienden a ser rechazados por la sociedad. La falta de claridad instrucción y el conocimiento son requisitos previos para comportarse y, a la inversa, la falta de esto puede ser una barrera importante (Barr, 2007). Otros factores influyentes, aunque cuya complejidad impide observar efectos inmediatos de las políticas públicas, son las normas morales y sociales. Estos factores varían desde el contexto y la cultura local hasta la presión social y el deber cívico. La influencia de otros (familiares, amigos) puede modificar el comportamiento, mientras que las preocupaciones morales pueden disminuir la percepción de costos. En esta categoría cae la preocupación ambiental. Las creencias son un factor importante en el comportamiento, por lo que influyen en las recompensas personales y, por tanto, en la utilidad (Nguyen et al., 2015).

Entonces podemos concluir que **tirar basura tiene un costo, no solo determinado por la distancia sino por múltiples factores**. Ahora, podemos presentar un modelo que asume costos

monetarios para la eliminación de desechos adecuada e ilegal.

3.2 Condiciones de equilibrio en recolección

Ichinose y Yamamoto (2011) desarrollaron un modelo económico sobre la relación que existe entre la disposición inadecuada y la provisión del servicio de gestión de residuos. Aunque ese trabajo se enfoca en residuos industriales, podemos adaptarlo bajo ciertos supuestos y modificaciones.

Supongamos que en Springfield hay h hogares idénticos. Homero, encargado de la recolección de basura, tiene c camiones recolectores para proveer el servicio. Los asesores económicos del Alcalde Diamante le dicen que el departamento de limpia es insostenible, así que él decide cobrar a los ciudadanos g pesos por kilogramo recolectado de basura. Además, estableció una multa de m pesos para quienes sean sorprendidos depositando su basura en el parque.

Los problemas financieros de la ciudad afectan también al Jefe Gorgory y su capacidad de mantener la ley y el orden, por lo que la disposición ilegal solo será castigada cuando sea detectada, y eso ocurrirá de acuerdo a una función de probabilidad P . Asumiremos que, entre más basura uno tire en el parque, es más probable ser detectado y multado; eso lo saben los ciudadanos.

Al ser idénticos, cada hogar genera W kilogramos de basura mensualmente. Pero dado que sus actividades varían diariamente, a veces entregarán su basura al camión y a veces la tirarán en el parque. Denotemos por a a la cantidad de basura entregada al recolector y b a la basura tirada ilegalmente. Los hogares entonces enfrentan el siguiente problema de optimización:

$$\begin{aligned} \min_{a,b} \quad & ga + lb + P(b)m \\ \text{s.t.} \quad & a + b = W, \end{aligned} \tag{3.1}$$

lo cual nos da como solución

$$g - l - P'(W - a)m = 0$$

Así, la disposición individual a entregar la basura correctamente será una función de los costos, las multas y la cantidad generada de basura. Esto es

$$d = f(g, l, W, m) \quad (3.2)$$

Por lo tanto, la demanda social para el servicio de recolección será

$$hd = hf(g, l, W, m) \quad (3.3)$$

Ahora analicemos la perspectiva gubernamental. Dado que la Homero solo dispone de c camiones con la misma capacidad para cubrir la demanda, pero el Alcalde Diamante quiere que el departamento sea autosuficiente, la cobertura tendrá que ser una función del precio $r(g)$, de tal forma que la capacidad de cobertura municipal sera $cr(g)$. Entonces, para mantener a Springfield en equilibrio se requiere que

$$hf(g^*, l, W, m) = cr(g^*) \quad (3.4)$$

Bajo los supuestos usuales de diferenciabilidad y algo de álgebra, obtenemos que:

$$\frac{db^*}{dc} < 0, \quad \frac{db^*}{dm} < 0, \quad \frac{db^*}{dl} < 0 \quad y \quad \frac{db^*}{dW} > 0 \quad (3.5)$$

Como asumimos constante $W = a + b$, los signos de las derivadas de b^* deben ser opuestos

La primera desigualdad nos dice que el aumento en el número de camiones (c) disminuiría la cantidad de basura dispuesta de manera ilegal. También lo haría un incremento en los costos de disposición clandestina (l) o en el monto de las multas asociadas a ésta (m). Mientras que otra manera de reducir la disposición ilegal sería reducir la cantidad de residuos generados por

los hogares aumentaría (*W*).

Estos resultados reflejan el problema que las autoridades locales enfrentan en materia de gestión de residuos. Reducir la generación de basura es usualmente el objetivo de las autoridades ambientales y de las campañas de consumo responsable. Las campañas ambientales también pueden incidir en el costo de disposición ilegal, pues la concientización eleva costos morales. El aumento a las multas suele ser muy complicado por sus implicaciones legales, financieras y políticas. Mientras que aumentar la fuerza de recolección requiere una fuerte inversión y la reorganización de los departamentos de limpia.

Ambos modelos establecen que cuando el servicio de recolección tiene cobertura total, no debería haber disposición ilegal. La solución de esquina (costo cero a la adecuada disposición) también llega al resultado deseado, pero es técnica y financieramente inviable. Exploremos ahora cómo estos modelos se ajustan a la realidad, observando datos de tiraderos clandestinos de la Ciudad de México.

Capítulo 4

Análisis Econométrico

Para buscar soporte empírico de los resultados teóricos presentados en la sección anterior, analizaremos datos de la Ciudad de México, una de las ciudades más importantes de América Latina por su población y actividad económica. Esta ciudad, como muchas otras, presenta enormes retos en materia de gestión de residuos.

Para realizar este análisis, utilizamos un modelo Poisson, un tipo de modelo lineal generalizado frecuentemente usado para modelar datos de conteo. Se caracteriza porque la variable de respuesta tiene una distribución de Poisson y el logaritmo de su valor esperado se modela como una combinación lineal de parámetros desconocidos.

Así, buscaremos modelar el logaritmo del número de tiraderos clandestinos como combinación lineal de la recolección de basura y distintas características del entorno como son inseguridad, espacio público, variables socio-demográficas y actividad comercial, para buscar el efecto que tienen los esfuerzos de recolección sobre los tiraderos clandestinos.

4.1 Tiraderos Clandestinos en la Ciudad de México

La Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México (SEDEMA) define a los tiraderos clandestinos como “la acumulación y disposición inadecuada de los residuos sólidos en la vía pública por parte de la ciudadanía y comercios”. Una de las principales razones a las que

atribuyen la existencia de estos tiraderos es la falta de cultura de la población residente y flotante que visita la ciudad. Entre nuestras variables independientes se encuentran características socio-demográficas, inseguridad, actividad comercial, presencia de espacios públicos y la frecuencia del servicio de recolección de basura. Para hacer los datos comparables, usaremos la Unidad Geoestadística Básica (AGEB) del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).

4.1.1 Datos

En 2017, con el propósito de crear estrategias para su erradicación y minimización, la Secretaría de Finanzas (SEFIN) en colaboración con la SEDEMA, desarrolló el proyecto denominado “Georreferenciación de Tiraderos en la CDMX”, mediante el cual puede visualizarse la ubicación actualizada de los tiraderos clandestinos. Este proyecto generó una base de datos de tiraderos clandestinos al cierre de 2017 publicada en 2018. Ésta contiene un identificador único del tiradero, alcaldía, dirección, colonia y coordenadas. Desafortunadamente no hay más información sobre las características de los tiraderos ni del tipo de residuo que los componen.

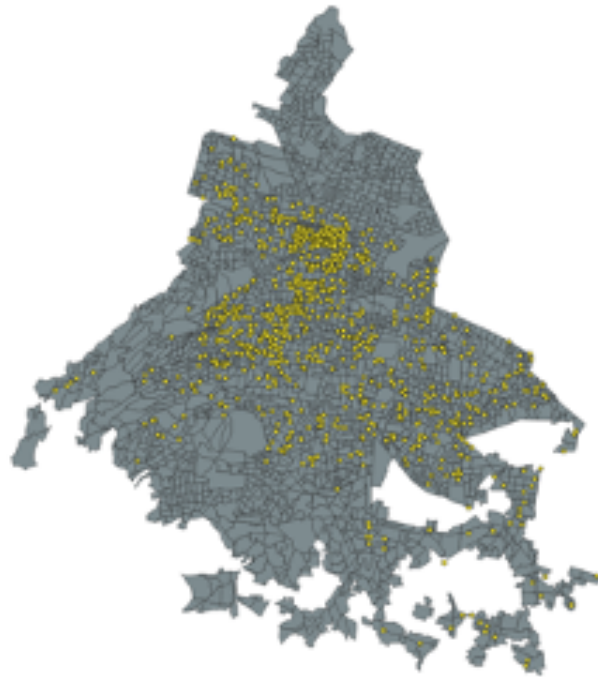
Capacidad de Recolección

En cuanto los datos de la capacidad de recolección de las alcaldías, se utilizó información del Inventario de Residuos Sólidos 2017. Utilizamos tres variables: la cantidad de camiones por alcaldía, el número de rutas de barrido manual, así como los puntos fijos de recolección.

Seguridad

Como proxy de inseguridad, utilizaremos el número de asaltos a transeúntes por AGEB perpetrados durante 2017, usando la base georreferenciada de la Procuraduría General de Justicia de la Ciudad de México (PGJ) que contiene las carpetas de investigación por tipo de delito.

Figura 4.1: Tiraderos Clandestinos en la Ciudad de México



Fuente: Elaboración propia con datos del Gobierno de la Ciudad de México

Características Sociodemográficas

Para medir las variables socio-demográficas, utilizamos datos del CENSO 2010 en cuanto a población, grado promedio de escolaridad, servicios básicos (electricidad, drenaje y agua potable), tamaño de la casa, etc. Como proxy del ingreso creamos un índice ponderado a partir de la posesión de automóvil, internet en casa, televisión y teléfono celular.

Entorno Urbano

Las características del entorno urbano fueron recolectadas durante 2014, como parte de la Actualización del Marco Geoestadístico Nacional, del Entorno Urbano y las Características de las Localidades en 2014, etapa previa de la Encuesta Intercensal 2015. Entre las variables se encuentran, si los asentamientos humanos están dotados de calles pavimentadas, mobiliario urbano, alumbrado público, parques, comercios, transporte, etcétera.

Actividad Comercial

La actividad comercial fue medida por las unidades económicas presentes en cada AGEB, de acuerdo con el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE). Se controlaron por negocios pequeños (de cinco empleados o menos). También se pone la presencia de comercio ambulante.

4.1.2 Métodos

Nuestra variable dependiente es el número de tiraderos ilegales en cada AGEB, por lo que tenemos datos de conteo. El análisis estadístico para datos de conteo se suele realizar mediante un modelo de regresión Poisson (Cameron y Trivedi, 2007). Este modelo funciona bajo dos supuestos básicos: 1) la variable de respuesta se distribuye como una Poisson y 2) La media condicional es igual a la varianza condicional. No tenemos marco teórico que respalde el segundo supuesto. De hecho, una exploración básica nos hace rechazar esa hipótesis. En nuestro caso, la varianza es mayor a la media, lo que se conoce como sobre dispersión. Esto suele atribuírsele a la heterogeneidad de la tasa media del parámetro de la distribución Poisson. De hecho, la mayoría de las AGEB de la Ciudad no tienen tiraderos clandestinos identificados, lo que añade un problema por el gran número de ceros. Estos dos hechos nos hacen explorar el uso una binomial negativa cero-inflada (ZINB) (Greene, 1994) y estimar los coeficientes de regresión mediante el método de máxima verosimilitud.

Sin embargo, es necesario tomar en cuenta la heterogeneidad no observada de las AGEB de la Ciudad de México, no solo en la variable de respuesta, sino en los coeficientes de la regresión. Para enfrentar esto, utilizamos el modelo Poisson de Clases Latentes propuesto por Wedel, Desarbo, Bult, y Ramaswamy (1993) para datos heterogéneos de conteo.

El modelo consiste en especificar un modelo de regresión Poisson en el que el intercepto y los coeficientes de las covariables puedan variar de acuerdo a cierta distribución de probabilidad. A los puntos de masa de esas distribuciones se les conoce como clases latentes. Nuestra variable dependiente y_i es el número total de tiraderos clandestinos que se encuentran en la i -ésima

AGEB, en un total de N AGEB que existen en la Ciudad. Mientras que existen L variables explicativas que afectan el numero de tiraderos Se asume que cada AGEB pertenece a una y solo una clase. Para cada clase de la distribucion, el punto de masa se denota como α_s , donde

$$\sum_{s=1}^S \alpha_s = 1, \quad 0 < \alpha_s < 1$$

Esas α_s son las probabilidades de que una AGEB pertenezca a la clase s . De tal suerte que asumimos que, condicionado a que la AGEB i pertenece a la clase s , el numero de tiraderos de la AGEB i sigue una distribucion Poisson con parametro $\lambda_{i|s}$; es decir,

$$P_{i|s}(y_i|\lambda_{i|s}) = \frac{\exp(-\lambda_{i|s})(\lambda_{i|s})^{y_i}}{y_i!}$$

La parametrizacion de esa $\lambda_{i|s}$ como funcion de las variables explicativas

$$\ln \lambda_{i|s} = \beta_{0s} + \sum_{l=1}^L x_{il} \beta_{ls}$$

4.1.3 Especificación

Sea $i = 1, \dots, N$ los indices de las AGEB;

$l = 1, \dots, L$ los indices de las variables explicativas;

$s = 1, \dots, S$ los indices de las clases latentes;

y_i el número total de tiraderos clandestinos que se encuentran en la i -ésima AGEB;

x_{il} el valor de la l -ésima variable explicativa en la i -ésima AGEB; Entonces,

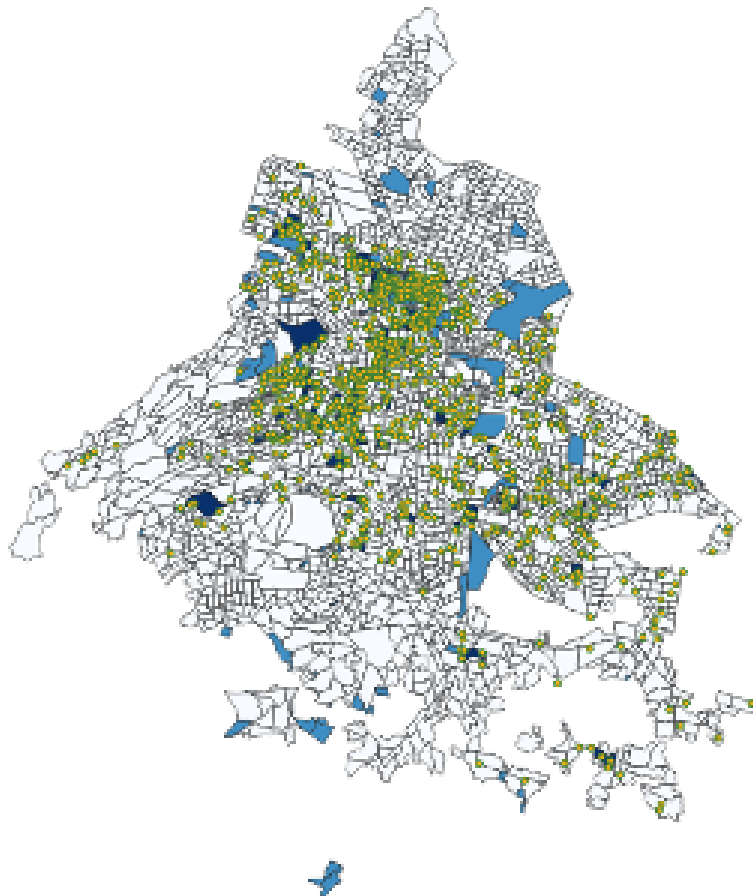
$$\ln \lambda_{i|s} = \beta_{0s} + \beta_{1s} \text{Recol}_i + \beta_{2s} \text{Inseg}_i + \beta_{3s} \text{SocDem}_i + \beta_{4s} \text{EntUrb}_i + \beta_{5s} \text{Comer}_i$$

Donde x_l son valores de capacidad de recoleccion, inseguridad, caracterisiticas sociodemograficas, entorno urbano y actividad comercial.

4.1.4 Resultados

Al observar la figura 4.2 podemos observar que en realidad el problema de los tiraderos se concentra en unas pocas zonas de la Ciudad. De hecho, la clase 1 (en blanco) tiene muy poca frecuencia de tiraderos (media de 0.251) y la gran cantidad de ceros fue agrupada en esta clase.

Figura 4.2: Clases Latentes Ciudad de Mexico



Fuente: Elaboración propia

En esta clase, el número de camiones y los puntos fijos de recolección parecen desincentivar la formación de tiraderos. Llama la atención la clase 2, en azul marino, que concentra una gran cantidad de tiraderos y que los esfuerzos de recolección de la clase 1, parecen tener efectos similares. Sin embargo, aquí la actividad comercial tiene un efecto importante: el número de comercios y el ambulante aumenta la presencia de tiraderos, mientras que las tiendas pequeñas

los disminuyen. Por último, la clase 3, en azul celeste, muestra resultados peculiares. Pero en general, esta clases agrupa zonas peculiares, tales como el aeropuerto, la central de abastos, panteones, centrales camioneras, entre otras. En esta clase llama la atención cómo los puntos fijos de recolección tienen un mejor efecto en la prevención de tiraderos clandestinos.

Tabla 4.1: Modelo de Clases Latentes para la Ciudad

Tiraderos	Clase 1	Clase 2	Clase 3
Camiones	-0.00551*** (-3.99)	-0.0051** (-3.02)	0.0537** (3.75)
Barrido manual	0.000334** -3.24	0.000389** -3.09	-0.0121*** (-3.73)
Puntos fijos	-0.000978** (-3.08)	-0.00126*** (-3.34)	0.00228 -1.73
Asaltos	0.0143 -0.91	0.0118 -0.93	0.0133* -2.13
Poblacion	0.0000285 -0.33	-0.000334 (-1.86)	-0.000428 (-1.78)
Escolaridad	0.165 -1.54	0.0851 -0.65	0.531* -2
Ingreso	-2.738* (-1.98)	-3.294 (-1.84)	-10.16** (-2.75)
Arbolado	0.609* -1.93	1.027* -2.54	1.478* -2.31
Comercios	0.00561 -1.64	0.0112*** -4.11	-0.000882 (-0.24)
Peq. Comer	-0.00582 (-1.63)	-0.0130*** (-4.33)	0.00115 -0.31
Ambulantaje	0.00138 -0.22	0.0144** -3.12	0.00178 -0.3
_cons	0 (.)	-0.802*** (-4.31)	-2.220*** (-8.85)
Class	-2.081** (-3.29)	-0.297 (-0.34)	-8.114** (-2.95)

* p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.001

(.): Error estándar

Fuente: Elaboración propia

4.2 Análisis de la recolección en una Alcaldía

La alcaldía Cuauhtémoc, aunque no podríamos llamarla representativa de la Ciudad sí tiene características socio-demográficas que son un buen reflejo de las condiciones de la Ciudad. Algunos lugares icónicos como el Zócalo, el Ángel de la Independencia, el Paseo de la Reforma y el Palacio de Bellas Artes se localizan en ella. El poder económico y político de la Ciudad se concentra aquí, pero también hay zonas con una intensa actividad comercial. Mercados y comercios importantes se localizan en el Centro Histórico y además Cuauhtémoc alberga a uno de los barrios más legendarios de la Ciudad: Tepito. Esta alcaldía naturalmente está llena de desigualdades sociales, pero es justo esta heterogeneidad lo que la hace digna de estudio. Por lo tanto, nos centraremos en esta demarcación para analizar más a profundidad la relación entre recolección y tiraderos.

4.2.1 Datos

Para hacer más preciso el análisis a nivel Alcaldía, utilizaremos la manzana como unidad de observación.

El artículo 124 de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública y Rendición de Cuentas de la Ciudad de México establece las obligaciones específicas en materia de transparencia de los Órganos Político Administrativos, Alcaldías o Demarcaciones Territoriales. En su párrafo XIII establece la obligación de publicar el “calendario con horarios, número de unidad y teléfonos de servicio de recolección de basura”. Desgraciadamente, la información presentada no es precisa. Sin embargo, la Alcaldía Cuauhtémoc publicó en sus redes sociales durante los meses de marzo y abril de 2016, mapas con las rutas de recolección, con horarios. Estos datos fueron procesados en QGIS y utilizados en la regresión.

Figura 4.3: Cobertura de Recoleccion en la Alcaldía Cuauhtémoc



Fuente: Elaboración propia con datos de la Alcaldía Cuauhtémoc

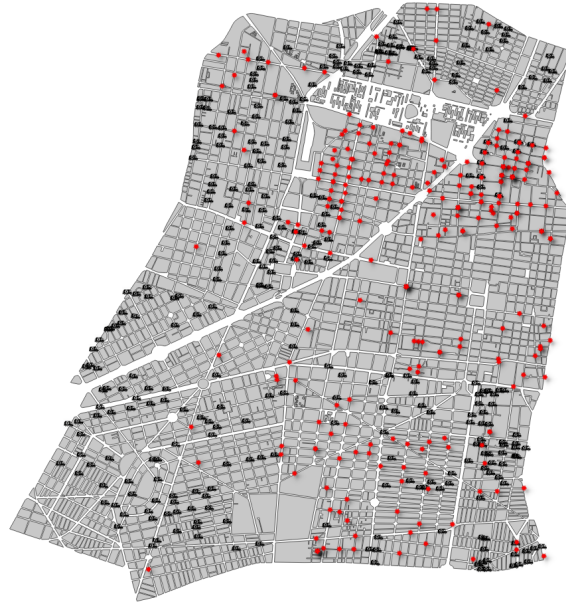
Capacidad de Recolección

En el procesamiento se contaron las paradas oficiales de rutas de recolección que pasan en los alrededores de las manzanas. Además, se establecieron dos contadores más: rutas nocturnas y matutinas, que respectivamente cuentan el número de paradas que ocurren después de las 7 de la noche o antes de las 9 de la mañana (Fig 4.4).

Otras variables

Al igual que en el análisis anterior, usamos como proxy de inseguridad los asaltos a transeúntes perpetrados durante 2017. Para medir las variables sociodemográficas, utilizamos datos del CENSO 2010 y las características del entorno urbano de la base recolectada por el INEGI en 2014. La actividad comercial fue medida por las unidades económicas presentes en cada man-

Figura 4.4: Rutas de Recoleccion en Horario No Laboral



Fuente: Elaboración propia con datos de la Alcaldía Cuauhtémoc

zana, de acuerdo con el DENU. También se pone la presencia de comercio ambulante.

4.2.2 Método y Especificación

Utilizamos de nueva cuenta el modelo de Clases Latentes de Poisson.

$$\ln \lambda_{i|s} = \beta_{0s} + \beta_{1s} \text{Recol}_i + \beta_{2s} \text{Inseg}_i + \beta_{3s} \text{SocDem}_i + \beta_{4s} \text{EntUrb}_i + \beta_{5s} \text{Comer}_i$$

Donde x_l son las paradas de las rutas de recolección, inseguridad, características sociodemográficas, del entorno urbano y actividad comercial.

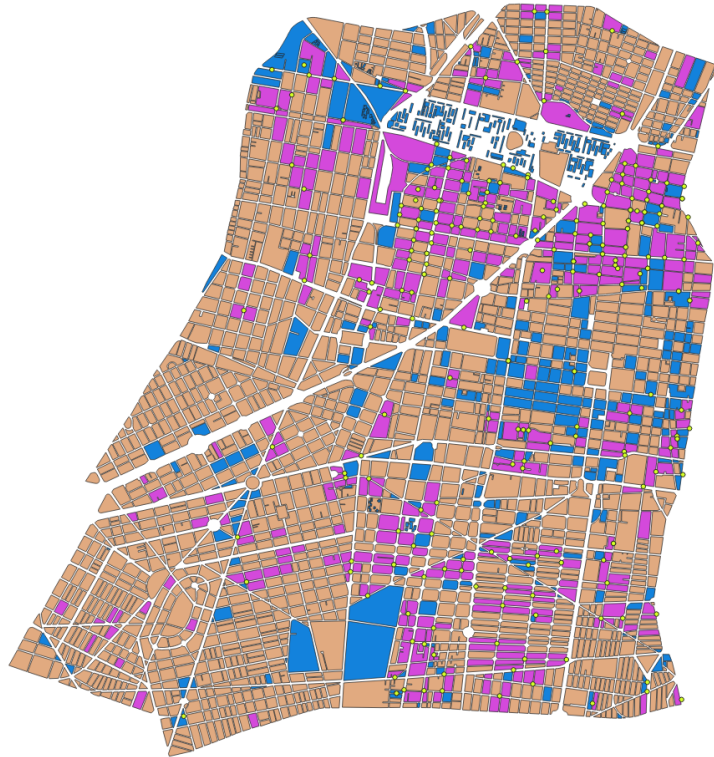
4.2.3 Resultados

Un análisis exploratorio nos hace notar que aunque la cobertura de recolección de la Alcaldía parece completa, la figura 4.4 nos ilustra que una vez que nos fijamos en aquellas rutas que la

recorren en horarios no laborables, se notan varias zonas desatendidas.

Ahora bien, al igual que en la Ciudad, podemos observar en la figura 4.5 que el problema de los tiraderos se concentra en unas pocas zonas de la Alcaldía. De hecho, la clase 2 es la mayoritaria (en beige) y presenta una baja frecuencia de tiraderos (media de 0.0.787).

Figura 4.5: Clases de la Alcaldía Cuauhtemoc



Fuente: Elaboración propia

Podemos observar que, aunque el signo del número de camiones no es el esperado, tanto la recolección nocturna como matutina tiene un efecto que disminuye el número de tiraderos. También encontramos que disminuye la frecuencia de tiraderos en aquellas cuadras donde hay tiendas grandes.

En la clase 1, en azul, los esfuerzos de recolección no parecen tener un efecto negativo sobre el número de tiraderos, pero sí lo tiene el arbolado en la vía pública, mientras que el ambulante parece tener el efecto contrario.

Finalmente, llama la atención la clase 3, en morado, que concentra la mayoría de los tiraderos de la Alcaldía y donde la inseguridad es precursora de estos. Curiosamente, la presencia de alumbrado público los disminuye, así como las rutas nocturnas de recolección. De hecho, en esta clase la cobertura general tienen un efecto significativo, al igual que la presencia de parques.

Tabla 4.2: Modelo de Clases Latentes para Cuauhtemoc

Tiraderos	Clase 1	Clase 2	Clase 3
Ruta_Rec	0.163*** (3.46)	0.773*** (4.90)	-0.453* (-2.05)
R_Noct	-0.0993 (-0.55)	-0.629** (-2.60)	-2.689** (-3.28)
R_Matu	-0.104 (-1.23)	-1.070*** (-3.44)	-0.401 (-1.13)
Asaltos	0.00348 (0.90)	0.00253 (0.22)	0.0415*** (3.61)
Escolaridad	0.252*** (3.89)	-0.0791 (-0.42)	-0.0964 (-0.50)
Ingreso	-74.39*** (-7.37)	-63.11* (-2.43)	-33.53 (-1.59)
Viv3rec	0.367 (0.73)	3.602* (2.38)	1.911 (1.29)
Serv_Bas	0.00261** (2.58)	0.00802*** (5.81)	0.00657** (2.75)
Alumbrado	0.755 (1.19)	0.358 (0.29)	-2.612*** (-4.62)
Arbolado	-0.867*** (-3.35)	1.352 (1.32)	0.423 (0.76)
Parques	-0.417 (-1.14)	-1.159 (-1.13)	-3.687** (-2.84)
Tiendas_Gdes	-0.0472 (-0.26)	-3.663*** (-3.54)	0.259 (0.71)
Ambulantaje	0.855*** (3.51)	-0.677 (-1.22)	-1.834 (-1.92)
_cons	0 (.)	-0.00437 (-0.02)	-1.010** (-2.75)
Class	-1.450* (-2.21)	-5.909*** (-3.30)	2.588*** (3.71)

* p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.001

(.): Error estándar

Fuente: Elaboración propia

Capítulo 5

Conclusiones y Discusión

Tanto los modelos teóricos sugieren como los resultados empíricos confirman que la recolección tiene un efecto sobre la existencia de tiraderos clandestinos. Y este efecto, no solo es por falta de cobertura, sino por la incompatibilidad de los horarios preestablecidos con los de la rutina de la población.

Sin embargo, la magnitud de este efecto es distinta de acuerdo a las zonas de la ciudad. Estos efectos heterogéneos ilustran además cómo interactúan otros factores del entorno, como son la infraestructura urbana, el comercio ambulante y la inseguridad.

5.1 Importancia de este Trabajo

Los resultados de este trabajo invitan a repensar la gestión integral de los residuos: dejar de pensarlo como un problema únicamente de cobertura e infraestructura, sino abordarlo desde las necesidades del ciudadano al que le es más costoso participar en el esquema de recolección actual.

Aunque utilizamos datos de la Ciudad de México, el marco teórico desarrollado y la técnica econométrica empleada pueden ser de utilidad en cualquier ciudad donde se tenga desigualdad en la provisión de servicios públicos. Por lo tanto, puede replicarse en prácticamente cualquier contexto latinoamericano e incluso de países en desarrollo.

5.2 Limitaciones

Los modelos desarrollados simplifican la función de costos, tanto de disposición legal como ilegal de residuos. Tener una mejor aproximación a los costos morales, sociales y económicos, llevaría a modelaciones más precisas. Además, en este trabajo no se incluyó en la modelación el papel del recolector informal, presente en muchas ciudades de América Latina.

Los datos de tiraderos clandestinos permiten conocer la ubicación exacta de aquellos lugares donde recurrentemente se acumula basura. Sin embargo, no tenemos datos sobre el tamaño o composición de los tiraderos, por lo que no es posible obtener conclusiones sobre el flujo de residuos. Asimismo, estos datos son reportados anualmente por las alcaldías, al igual que los datos de los horarios de recolección, por lo que ambos podrían variar de la realidad.

5.3 Recomendaciones de Política Pública

La mayoría de las oficinas de gestión de residuos, diseñan sus rutas buscando optimizar tiempo, combustible y maximizando cobertura. Este trabajo muestra que, en general, no basta con tener cobertura, sino debe rediseñarse el servicio de recolección para responder a las necesidades de la ciudadanía.

En primer lugar, es recomendable aumentar la cobertura en aquellas zonas con menos paradas de recolección en promedio y donde mayor efecto tiene la falta de cobertura sobre los tiraderos clandestinos.

En segundo, debe aumentarse la recolección fuera de horarios laborales en las zonas categorizadas en la clase 2. Mientras que en la clase 3, debe incrementarse la recolección nocturna, aunque se sugiere que esta intervención vaya acompañada de políticas de prevención del delito.

También se recomienda evaluar la instalación de puntos fijos de recolección en zonas con alta actividad comercial y presencia de tiraderos.

5.4 Investigación Futura

Desde el punto de vista teórico, se deben incluir en el modelo los incentivos que tienen los recolectores, tanto formales como informales, así como el papel de agencia que pueden jugar tanto con el gobierno como con los ciudadanos.

En cuanto al análisis econométrico, podría hacerse un análisis más preciso al incorporar las rutas de recolección de toda la Ciudad de México, así como datos más exactos sobre horarios y frecuencia.

Es necesario estimar la función de costos del ciudadano, tanto de la disposición legal como ilegal. Para ello, se requiere incluir limitaciones que pudieran tener para acceder a las paradas de recolección, tanto físicas como económicas. Así como los costos morales de tirar basura en la vía pública.

Finalmente, las políticas propuestas pueden examinarse experimentalmente, para validar las conclusiones de este trabajo y, en su caso, encontrar otros factores que determinan la disposición ilegal de residuos.

Referencias

- Akil, A. M., Foziah, J., y Ho, C. (2015). The Effects of Socio-Economic Influences on Households Recycling Behaviour in Iskandar Malaysia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 202, 124–134. doi: 10.1016/j.sbspro.2015.08.215
- Babayemi, J., y Dauda, K. (2010). Evaluation of Solid Waste Generation, Categories and Disposal Options in Developing Countries: A Case Study of Nigeria. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 13(3). doi: 10.4314/jasem.v13i3.55370
- Bandara, N. J., Hettiaratchi, J. P. A., Wirasinghe, S. C., y Pilapiiya, S. (2007). Relation of waste generation and composition to socio-economic factors: A case study. *Environmental Monitoring and Assessment*, 135(1-3), 31–39. doi: 10.1007/s10661-007-9705-3
- Barr, S. (2007). Factors influencing environmental attitudes and behaviors: A U.K. case study of household waste management. *Environment and Behavior*, 39(4), 435–473. doi: 10.1177/0013916505283421
- Barr, S., Gilg, A., y Ford, N. (2005). Defining the multi-dimensional aspects of household waste management: A study of reported behavior in Devon. *Resources, Conservation and Recycling*, 45(2), 172–192. doi: 10.1016/j.resconrec.2004.12.007
- Becker, N. (2014). *Increasing High Recycling Rates. Sociodemographics as an additional layer of information to improve waste management* (Master Thesis, Lund University). doi: 10.13140/RG.2.2.29133.33769
- Bernstad, A. (2014). Household food waste separation behavior and the importance of convenience. *Waste Management*, 34(7), 1317–1323. doi: 10.1016/j.wasman.2014.03.013

- Burns McDonnell. (2020). *The Cost of Litter and Illegal Dumping in Pennsylvania* (Tech. Rep. No. January). Keep Pennsylvania Beautiful.
- Cameron, C., y Trivedi, P. K. (2007). Essentials of Count Data Regression. *A Companion to Theoretical Econometrics*, 331–348. doi: 10.1002/9780470996249.ch16
- Chong, A., Karlan, D., Shapiro, J., y Zinman, J. (2015). (Ineffective) messages to encourage recycling: Evidence from a randomized evaluation in peru. *World Bank Economic Review*, 29(1), 180–206. doi: 10.1093/wber/lht022
- Desa, A., Kadir, N. B. A., y Yusooff, F. (2012). Waste Education and Awareness Strategy: Towards Solid Waste Management (SWM) Program at UKM. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 59, 47–50. doi: 10.1016/j.sbspro.2012.09.244
- Du Preez, M., y Lottering, T. (2009). Determining the Negative Effect on House Values of Proximity to a Landfill Site by Means of an Application of the Hedonic Pricing Method. *South African Journal of Economic and Management Sciences*, 12(2), 256–262.
- Ezeah, C., y Roberts, C. L. (2012). Analysis of barriers and success factors affecting the adoption of sustainable management of municipal solid waste in Nigeria. *Journal of Environmental Management*, 103, 9–14. doi: 10.1016/j.jenvman.2012.02.027
- Ferrara, I. (2011). Illegal disposal and waste collection frequency. *Pacific Economic Review*, 16(2), 255–266. doi: 10.1111/j.1468-0106.2011.00546.x
- Fullerton, D., y Kinnaman, T. C. (1995). Garbage, Recycling, and Illicit Burning or Dumping. *Journal of Environmental Economics and Management*, 29, 78–91.
- Gellynck, X., Jacobsen, R., y Verhelst, P. (2011). Identifying the key factors in increasing recycling and reducing residual household waste: A case study of the Flemish region of Belgium. *Journal of Environmental Management*, 92(10), 2683–2690. doi: 10.1016/j.jenvman.2011.06.006
- Giusti, L. (2009). A review of waste management practices and their impact on human health. *Waste Management*, 29(8), 2227–2239. doi: 10.1016/j.wasman.2009.03.028
- Greene, W. H. (1994). *Accounting for Excess Zeros and Sample Selection in Poisson and*

Negative Binomial Regression Model. doi: 10.1007/BF00857937

- Hanfmann, E. (2012). A Comprehensive Assessment of Illegal Waste Dumping.
- Hite, D., Chern, W., Hitzhusen, F., y Randall, A. (2001). Property-Value Impacts of an Environmental Disamenity: The Case of Landfills. *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 22(2-3), 185–202. doi: 10.1023/A:1007839413324
- Hornik, J., Cherian, J., Madansky, M., y Narayana, C. (1995). Determinants of recycling behavior: A synthesis of research results. *Journal of Socio-Economics*, 24(1), 105–127. doi: 10.1016/1053-5357(95)90032-2
- Ichinose, D., y Yamamoto, M. (2011). On the relationship between the provision of waste management service and illegal dumping. *Resource and Energy Economics*, 33(1), 79–93. doi: 10.1016/j.reseneeco.2010.01.002
- Jakiel, M., Bernatek-Jakiel, A., Gajda, A., Filiks, M., y Pufelska, M. (2019). Spatial and temporal distribution of illegal dumping sites in the nature protected area: the Ojców National Park, Poland. *Journal of Environmental Planning and Management*, 62(2), 286–305. doi: 10.1080/09640568.2017.1412941
- Jekria, N., y Daud, S. (2016). Environmental Concern and Recycling Behaviour. *Procedia Economics and Finance*, 35, 667–673. doi: 10.1016/s2212-5671(16)00082-4
- Jesson, J. (2009). Household waste recycling behavior: A market segmentation model. *Social Marketing Quarterly*, 15(2), 25–38. doi: 10.1080/15245000902957326
- Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., y Van Woerden, F. (2018). *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Washington, D.C.: The World Bank.
- Kinnaman, T. C. (2009). A landfill closure and housing values. *Contemporary Economic Policy*, 27(3), 380–389. doi: 10.1111/j.1465-7287.2008.00143.x
- Knickmeyer, D. (2020). Social factors in influencing household waste separation : A literature review on good practices to improve the recycling performance of urban areas. *Journal of Cleaner Production*, 245, 118605. doi: 10.1016/j.jclepro.2019.118605
- Knussen, C., y Yule, F. (2008). "I'm not in the habit of recycling": The role of habitual

- behavior in the disposal of household waste. *Environment and Behavior*, 40(5), 683–702.
doi: 10.1177/0013916507307527
- Lakhan, C. (2015). Evaluating the effects of unit based waste disposal schemes on the collection of household recyclables in Ontario, Canada. *Resources, Conservation and Recycling*, 95, 38–45. doi: 10.1016/j.resconrec.2014.12.005
- Lange, F., Brückner, C., Kröger, B., Beller, J., y Eggert, F. (2014). Wasting ways: Perceived distance to the recycling facilities predicts pro-environmental behavior. *Resources, Conservation and Recycling*, 92, 246–254. doi: 10.1016/j.resconrec.2014.07.008
- Marello, M., y Helwege, A. (2018). Solid Waste Management and Social Inclusion of Wastepickers: Opportunities and Challenges. *Latin American Perspectives*, 45(1), 108–129. doi: 10.1177/0094582X17726083
- Mataloni, F., Badaloni, C., Golini, M. N., Bolignano, A., Bucci, S., Sozzi, R., ... Ancona, C. (2016). Morbidity and mortality of people who live close to municipal waste landfills: A multisite cohort study. *International Journal of Epidemiology*, 45(3), 806–815. doi: 10.1093/ije/dyw052
- Matos, J., Oštir, K., y Kranjc, J. (2012). Attractiveness of roads for illegal dumping with regard to regional differences in Slovenia. *Acta Geographica Slovenica*, 52(2), 431–451. doi: 10.3986/AGS52207
- Matsumoto, S., y Takeuchi, K. (2011). The effect of community characteristics on the frequency of illegal dumping. *Environmental Economics and Policy Studies*, 13(3), 177–193. doi: 10.1007/s10018-011-0011-5
- Miafodzyeva, S., y Brandt, N. (2013). Recycling Behaviour Among Householders : Synthesizing Determinants Via a Meta-analysis. *Waste Biomass Valor*, 4, 221–235. doi: 10.1007/s12649-012-9144-4
- Nepal, M., Rai, R. K., Khadayat, M. S., y Somanathan, E. (2020). Value of cleaner neighborhoods: Application of hedonic price model in low income context. *World Development*, 131, 104965. doi: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.104965>

- Nguyen, T. T. P., Zhu, D., y Le, N. P. (2015). Factors influencing waste separation intention of residential households in a developing country: Evidence from Hanoi, Vietnam. *Habitat International*, 48, 169–176. doi: 10.1016/j.habitatint.2015.03.013
- NSW, y EPA. (2017). *NSW Illegal Dumping Strategy 2017 – 2021* (Tech. Rep.). State of New South Wales and Environment Protection Authority.
- Owusu, V., Adjei-Addo, E., y Sundberg, C. (2013). Do economic incentives affect attitudes to solid waste source separation? Evidence from Ghana. *Resources, Conservation and Recycling*, 78, 115–123. doi: 10.1016/j.resconrec.2013.07.002
- Rousta, K., Bolton, K., Lundin, M., y Dahlén, L. (2015). Quantitative assessment of distance to collection point and improved sorting information on source separation of household waste. *Waste Management*, 40, 22–30. doi: 10.1016/j.wasman.2015.03.005
- Rushton, L. (2003). Health hazards and waste management. *British Medical Bulletin*, 68, 183–197. doi: 10.1093/bmb/ldg034
- Saidón, M. (2012). Valoración ambiental del reciclado de residuos: El caso de Quilmes, Argentina. *Economía*, (34), 33–53.
- Salgado-Lopez, J. A. (2012). Residuos sólidos: percepción y factores que facilitan su separación en el hogar. El caso de estudio de dos unidades habitacionales de Tlalpan. *Quivera. Revista de Estudios Territoriales*, 14(2), 91–112.
- Santiago Olivares, N., Padilla Arriaga, R., y Martínez Orozco, E. (2017). Estudio del nivel de concientización para la implementación de programa de separación de los residuos sólidos urbanos en el municipio de Arandas, Jalisco. *Ra Ximhai*, 425–438. doi: 10.35197/rx.13.03.2017.26.no
- Sappington, D. E. M. (1991). Incentives in Principal-Agent Relationships. *Journal of Economic Perspectives*, 5(2), 45–66.
- Šedová, B. (2016). On causes of illegal waste dumping in Slovakia. *Journal of Environmental Planning and Management*, 59(7), 1277–1303. doi: 10.1080/09640568.2015.1072505
- Shekdar, A. V. (2009). Sustainable solid waste management: An integrated approach for Asian

- countries. *Waste Management*, 29(4), 1438–1448. doi: 10.1016/j.wasman.2008.08.025
- Sorensen, P. B. (2017). The Basic Environmental Economics of the Circular Economy. *EPRU Working Paper Series*, 2017(04).
- Tsydenova, N., Vázquez Morillas, A., y Cruz Salas, A. A. (2018). Sustainability assessment of waste management system for Mexico City (Mexico)—based on analytic hierarchy process. *Recycling*, 3(3). doi: 10.3390/recycling3030045
- Ungar, M. (2017). Prosecuting Environmental Crime: Latin America’s Policy Innovation. *Latin American Policy*, 8(1), 63–92. doi: 10.1111/lamp.12116
- Vázquez Morillas, A., Rosado Piña, L., Areanely, A., Martínez, C., Álvarez, J. C., y Velasco, M. (2019). *Estrategias para la gestión de residuos en las barrancas de la alcaldía Álvaro Obregón*.
- Wedel, M., Desarbo, W. S., Bult, J., y Ramaswamy, V. (1993). A Latent Class Poisson Regression Model for Heterogeneous Count Data. *Journal of Applied Econometrics*, 8(4), 397–411.
- Yau, Y. (2012). Stakeholder engagement in waste recycling in a high-rise setting. *Sustainable Development*, 20(2), 115–127. doi: 10.1002/sd.468