

Derechos de autor 2022 ANUARIO DE ESPACIOS URBANOS, HISTORIA, CULTURA Y DISEÑO

Creative Commons License

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0.

Entre hedores fecales urbanos, miseria y enfermedades intestinales en Cuernavaca

Among urban fecal stench,
misery and bowel diseases in Cuernavaca

Giovanni Marlon Montes Mata

Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Morelos, México

Posgrado de la Facultad de Arquitectura. Colectivo de Estudios Urbano ambientales

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3059-0959>

Rafael Monroy Ortiz

Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Morelos, México

Posgrado de la Facultad de Arquitectura. Colectivo de Estudios Urbano ambientales

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9970-1082>

Fecha de recepción: 15 de diciembre de 2021

Fecha de aceptación: 31 de marzo de 2022

Fecha de publicación: 7 de diciembre de 2022

Resumen

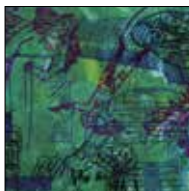
La estructura urbana subdesarrollada de la ciudad de Cuernavaca merece revisar los graves efectos sociales ocasionados por verter aguas residuales sin tratamiento a las barrancas. Tal pareciera que las condiciones de desigualdad urbana, pobreza, y los patrones de contaminación del agua asociada con la salud humana en esta ciudad, harían las veces de una muestra replicable con los 780 millones de personas en el mundo subdesarrollado que no tienen acceso al agua potable, con los 2,500 millones sin saneamiento, o bien, con los 2,000 millones que se abastecen de agua potable con agentes patógenos por heces fecales. Si bien, estas condiciones urbanas son responsables de la muerte de una persona cada 20 segundos a nivel mundial, ponen en tela de juicio si los 7,011 casos de enfermedades intestinales distribuidas en los Centros de Salud (CS) de Cuernavaca, se vinculan causalmente con el fenómeno de verter efluentes sin tratamiento de la red municipal, pues el saneamiento es entendido como un tubo que colecta y dirige los efluentes al medio ambiente. Por tanto, el objetivo es analizar la correlación entre pobreza, enfermedades intestinales y barrancas contaminadas por aguas residuales sin tratamiento en Cuernavaca, Morelos, México. Para ello, se identificaron puntos de descarga en el catastro de la red de drenaje y alcantarillado; se estimó el efluente vertido por el método volumétrico en una muestra estadística representativa distribuida por usos de suelo; se correlacionaron los puntos de descarga con los registros de enfermedades intestinales de los CS por el método de Pearson y se analizaron territorialmente las condiciones de pobreza según el índice de marginación del Consejo Nacional de Población.

Palabras clave: aguas residuales urbanas; barrios pobres; enfermedades intestinales; Cuernavaca.

Abstract

The underdeveloped urban structure of Cuernavaca deserves to review the serious social effects caused by discharge untreated wastewater into the ravines. That the conditions of urban inequality, poverty and patterns of water pollution associated with human health in this city, would act as a replicable sample with the 780 million people in the underdeveloped world who do not have access to drinking water, with the 2,500 million without sanitation, or, with the 2,000 million that are supplied with drinking water with fecal pathogenic agents. Although, these urban conditions are responsible for the death of one person every 20 seconds worldwide, they question whether the 7,011 cases of intestinal diseases distributed in the Health Centers (HC) of Cuernavaca are causally linked to the phenomenon of discharge untreated effluents from the municipal network; since sanitation is understood as a pipe that collects and directs effluents to the environment. Therefore, the objective is to analyze the correlation between poverty, bowel diseases and ravines contaminated by untreated wastewater in Cuernavaca, Morelos, Mexico. To do this, discharge points were identified in the cadastre of the drainage and sewerage network; the discharged effluent was estimated by the volumetric method in a representative statistical sample distributed by land use; the discharge points were correlated with the records of intestinal bowel of the CS by the Pearson method and the conditions of poverty were analyzed territorially according to the marginalization index of the National Population Council.

Keywords: urban wastewater; misery settlements; bowel diseases; Cuernavaca.



pobreza foram analisadas territorialmente de acordo com o índice de marginalização do Conselho Nacional de População.

Palavras-chave: águas residuais urbanas; bairros pobres; doenças intestinais; Cuernavaca.

Resumo

A estrutura urbana subdesenvolvida da cidade de Cuernavaca merece rever os graves efeitos sociais causados pelo despejo de águas residuais não tratadas nas ravinas. Parece que as condições de desigualdade urbana, pobreza e padrões de poluição da água associados à saúde humana nesta cidade funcionariam como uma amostra replicável com os 780 milhões de pessoas no mundo subdesenvolvido que não têm acesso à água. com os 2.500 milhões sem saneamento, ou, com os 2.000 milhões que são abastecidos com água potável com agentes patogênicos pelas fezes. Embora essas condições urbanas sejam responsáveis pela morte de uma pessoa a cada 20 segundos em todo o mundo, elas questionam se os 7.011 casos de doenças intestinais distribuídos nos Centros de Saúde (HC) de Cuernavaca têm relação causal com o fenômeno de despejo de efluentes não tratados da rede municipal, uma vez que o saneamento é entendido como uma tubulação que coleta e direciona os efluentes para o meio ambiente. Portanto, o objetivo é analisar a correlação entre pobreza, doenças intestinais e barrancos contaminados por águas residuais não tratadas em Cuernavaca, Morelos, México. Para isso, foram identificados pontos de descarga no cadastro da rede de drenagem e esgoto; o efluente lançado foi estimado pelo método volumétrico em uma amostra estatística representativa distribuída por uso do solo; os pontos de alta foram correlacionados com os registros de doenças intestinais dos CS pelo método de Pearson e as condições de

Introducción

El concepto salud ha asumido connotaciones determinadas por las condiciones históricas de la sociedad; en el caso de las primeras comunidades, el objetivo primordial de supervivencia le designaba como sinónimo de vida o al hecho de estar vivo. La Real Academia Española la define como “estado en el que el ser orgánico ejerce normalmente todas sus funciones”, aunado al “conjunto de las condiciones físicas en que se encuentra un organismo en un momento determinado”. La Organización Mundial de la Salud (OMS) la define como el “estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades” (Herrero, 2016). Para Lebel (2005, p. 8), “la salud no es la ausencia de enfermedad”, sino “una participación armónica del medio ambiente permite a los individuos el desarrollo pleno de sus funciones y aptitudes”; en caso contrario, “el ser humano no es saludable si vive en un contexto enfermo”. En esta definición, el ambiente es determinante del bienestar humano, de forma que los disturbios ecosistémicos ocasionados por la extracción intensiva de recursos, la contaminación y en general, la modificación de las condiciones originales se correlacionan con múltiples efectos en la salud (Tanuro, 2013).

En una analogía médica, la salud puede trasladarse al funcionamiento del cuerpo urbano, cuando su condición se ve mermada debido a la disfuncio-

nalidad de alguno de sus componentes, o en caso contrario, cuando operan según lo previsto. Estructuralmente, la ciudad presenta indicadores que le clasifican como ente saludable por el hecho de estar vivo, o en caso contrario, enfermo. Cualquiera que sea su estatus, el bienestar “urbano” estaría valorado según componentes sociales, económicos y ambientales, de forma que para el cuerpo humano se utilizan los físicos, mentales y sociales.

Discutir indicadores neoliberales particularmente, no resolvería el problema, ya que estas condiciones fueron concebidas para crear *caos urbano* y no ciudades saludables, o por lo menos no en el sur hemisférico. Los componentes estructurales y el funcionamiento que le clasifican como ciudad saludable o enferma inducen efectos inconmensurables y hasta imprevistos en sus habitantes, que bien pueden ser traducidos en un extremo como salud o en otro, como morbilidad y muerte (Montes y Monroy, 2020, pp. 875-876).

La exposición a riesgos ambientales es responsable del 24% de la morbilidad en el planeta; en México, 35% de las enfermedades registradas tienen su origen en la contaminación del suelo, aire y agua (INSP, 2016). El aprovechamiento del agua en el ente urbano por ejemplo, se ha intensificado y diversificado de manera casi proporcional a la generación de efluentes residuales que no reciben tratamiento y se vierten directamente al ambiente. Debido a que el promedio de agua tratada a nivel mundial alcanza solamente 20% y es casi inexistente en países pobres existen diversos efectos en la salud humana (UN WATER, 2017). En países en desarrollo principalmente, 780 millones de personas no tienen acceso al agua potable y 2,500 millones al saneamiento (Organización Mundial de la Salud, 2017a; Organización Mundial de la Salud, 2017b). Incluso se estima que 2,000 millones de personas, es decir, poco más del 25% de la población mundial, se abastecen de agua potable con agentes pa-

tógenos por heces fecales, condición responsable de 502,000 muertes por diarrea al año (Organización Mundial de la Salud, 2018).

A pesar que existen avances en materia de infraestructura de saneamiento, aún quedan espacios sin atención en el hemisferio sur, donde 2,300 millones de personas no cuentan con elementos básicos como inodoros o en su defecto letrinas y 892 millones defecan al aire libre, en alcantarillas, arbustos, o en cuerpos naturales de agua. Además, se calcula que por lo menos 10% de la población mundial consume alimentos que han sido regados por aguas residuales sin tratamiento (Organización Mundial de la Salud, 2017c).

Discutir acerca de aguas residuales sin tratamiento, saneamiento ausente o deficiente y pobreza, también pone en el núcleo del problema a enfermedades como el cólera, la diarrea, la disentería, la hepatitis A, la fiebre tifoidea, la poliomielitis, lombrices intestinales, la esquistosomiasis, enfermedades transmitidas por vectores, el tracoma y la indudable contribución a la malnutrición que condiciona el desarrollo de los infantes (Organización Mundial de la Salud, 2018; Organización Mundial de la Salud, 2017c). Si bien estos padecimientos son prevenibles y tratables, se siguen presentando donde no existen condiciones suficientes de saneamiento; se estiman 280,000 muertes por diarrea al año, e incluso, esta enfermedad es considerada como la segunda causa de muerte en niños menores de 5 años, registrando 525,000 casos en el planeta (Organización Mundial de la Salud, 2017b).

Al mismo tiempo, en el mundo se registran 1,700 millones de casos por enfermedades diarreicas infantiles, las cuales se vinculan principalmente a la ausencia de tratamiento de las aguas residuales que contienen organismos bacterianos, víricos y parásitos. La infección tiende a transmitirse por la vía de los alimentos, insectos vectores, la falta de agua limpia para beber, lavar, cocinar, y en general,

en todas las actividades básicas y de recreación del ser humano donde intervenga el agua contaminada. En particular, el paradigma de verter los residuos líquidos al ambiente, principalmente por heces fecales provenientes de letrinas, fosas sépticas y aguas residuales urbanas, son centrales en el origen de dichos padecimientos (Organización Mundial de la Salud, 2017b).

Los efectos por la calidad, cantidad o ausencia misma del agua, también generan costos sociales y económicos, los cuales podrían reducirse si se atendieran estos rubros (Organización Mundial de la Salud, 2017a); por ejemplo, entre 300,000 y 700,000 suizos al año visitan un doctor para ser atendidos por diarrea, y en 2012 estas enfermedades tuvieron un costo que se calcula entre 29 a 45 millones de euros. De hecho, el costo por tratamiento de enfermedades intestinales generadas principalmente por la ingesta de agua contaminada en países desarrollados como Suiza, tiene un costo per cápita que oscila entre 30 a 4,800 euros dependiendo la gravedad (News-Medical, 2016). En países del sur hemisférico como Colombia, el costo per cápita por tratamiento de enfermedades diarreicas agudas (EDA) se calcula entre 1,127 a 2,181 pesos (Galeano y Largo, 2015).

Según la Organización Mundial de la Salud, por cada dólar invertido en el mejoramiento del sector saneamiento, se tendría una retribución de 5.5 veces, ya que aumentaría la productividad efectiva y se reducirían los costos por tratamiento, así como la tasa de mortalidad (Organización Mundial de la Salud, 2017c). En este sentido, poco podría dudarse que las enfermedades intestinales tienen un vínculo directo con los servicios de dotación y disponibilidad de agua de calidad, así como las condiciones de saneamiento e higiene, acentuadas principalmente en asentamientos pobres del mundo subdesarrollado (ONU, 2016; Davis, 2006). Por tanto, el objetivo de esta investigación es analizar la correlación entre

pobreza, enfermedades intestinales y barrancas contaminadas por aguas residuales sin tratamiento en Cuernavaca, Morelos, México.

Materiales y métodos

Área de estudio

El municipio de Cuernavaca es la capital del estado de Morelos, México y se conoce como *la ciudad de la eterna primavera*, atribuido por el contexto biofísico natural, compuesto de 508 km lineales de concavidades naturales o barrancas (INEGI, 2010). Si bien el municipio es reconocido a nivel internacional por su clima y sector turístico, las faldas de las barrancas han sido susceptibles de ocupación de viviendas irregulares con altos índices de pobreza (Davis, 2006) (Figura 1).

Cuernavaca se encuentra entre las diez ciudades con servicios básicos más deficientes, el agua y el saneamiento son los peores (Centro de Investigación Morelos Rinde Cuentas, 2016); 30% de la población local está insatisfecha con el servicio de agua potable y 41% con el de drenaje y alcantarillado; la calificación del municipio obtenida según la eficiencia de estos servicios es 6.49 puntos, en una escala del 1 al 10, teniendo a Culiacán, Saltillo o Tijuana entre las 3 mejores calificadas con 7.89, 7.77 y 7.73, respectivamente (Centro de Investigación Morelos Rinde Cuentas, 2016).

Al mismo tiempo, 98% de las viviendas particulares habitadas en Cuernavaca cuenta con drenaje, aunque el servicio es ineficiente y algunas veces inexistente. Según datos del INEGI (2020), 356 viviendas particulares no cuentan con drenaje y 113,963, si cuentan con drenaje o en su defecto, con un lugar donde desalojar los desechos líquidos, ya sea a través de una conexión con la red pública, una fosa séptica, un pozo de absorción o directamente hacia



Figura 1. Asentamientos pobres en Cuernavaca. Fuente: Toma propia.

una barranca, y algunas que no están especificadas (INEGI, 2020).

Existe una incapacidad estructural para tratar el volumen desechado en la ciudad; 7 de cada 10 litros se vierten a las barrancas sin tratamiento; 7 plantas de tratamiento no funcionan a pesar de su oneroso emplazamiento, calculado en 100 millones de pesos (Montes y Monroy, 2020; Gobierno del Estado de Morelos y CEAMA, 2006-2012). La Secretaría de Desarrollo Sustentable municipal no dispone de instrumentos para regular la derrama de desechos líquidos a las barrancas proveniente de los colectores municipales o del sector doméstico; todo esto se sintetiza en la calificación de la Subcuenca del Río Apatlaco como una de las más contaminadas del país (*Morelos rinde cuentas*, 2018).

Metodología

La contaminación de los efluentes residuales urbanos vertidos a las barrancas se analizó con base en

la identificación de los sitios de expulsión localizados en el catastro de la red de drenaje y alcantarillado de Cuernavaca, sobrepuesta con la capa de Barrancas y manipuladas en formato DWG para AutoCAD 2010 (SAPAC, 2008). El objeto es entender el funcionamiento de la red existente, considerando la topografía y los niveles de los colectores e identificando el destino final de sus trayectorias.

A estos puntos se les denominó “puntos de descarga” y se clasificaron según los usos de suelo Centro Urbano, Comercial, H05, H1, H2, H4 y H6, diferenciados por sus actividades socioeconómicas y por su densidad de población (Gobierno Municipal de Cuernavaca, 2016-2018). Una vez entendido el proceso de expulsión de las aguas residuales, se utiliza una metodología cuantitativa basada en una muestra estadística representativa de los puntos de descarga de aguas residuales identificados según los usos del suelo, y utilizando la siguiente fórmula:

$$n = S^2 / \left(\frac{\varepsilon^2}{Z^2} + \frac{S^2}{N} \right)$$

Donde, N son los 311 puntos totales; n es el tamaño necesario de la muestra (74 puntos); Z es el nivel de confianza de 1.96 permitido para estudios sociales; ϵ es el error de la muestra (0.10) y S es la desviación estándar (0.50) (Cantoni y Nélida, 2009).

Asimismo, los 311 puntos de descarga de efluente residual se georeferencian con la herramienta *Google Earth Pro*, y el software *Arc GIS* versión 10.2.1 para la elaboración de un Sistema de Información Geográfica (SIG). Estas herramientas son útiles para la elaboración de los mapas que dirigieron el recorrido y búsqueda de los puntos de descarga en las riberas. El muestreo se valida en campo, se recorrieron poco más de 120 km de barrancas; las limitantes metodológicas fueron adentrarse en asentamientos irregulares catalogados

con altos índices delictivos, o los hedores urbanos que emanan de los encharcamientos de aguas residuales sin tratamiento (Montes y Monroy, 2020). El gasto o caudal de los puntos representativos seleccionados, se midió por el método volumétrico, que estima el efluente generado por las descargas urbanas¹ (Figura 2).

De igual manera, se analizaron los registros de enfermedades clasificadas por tipo, de cada uno de los Centros de Atención Ambulatorio o Centros de Salud (CS) otorgados por la Servicios de Salud Morelos (2018), georreferenciando 22 CS con registros de

¹ Este método contabiliza el volumen por unidad de tiempo, utilizando un recipiente graduado de 20 l con extensión de madera de 1.5 m y un cronómetro, haciendo la relación en l/s.



Figura 2. Método volumétrico y cascadas de aguas residuales. Fuente: Toma propia.

“enfermedades intestinales” dentro de un rango de atención de un kilómetro de diámetro (Secretaría de Salud Morelos, 2018; SEDESOL, 1999). Además, se hacen dos ejercicios de correlación estadística lineal por el método de Pearson, entre el número de puntos de descarga de agua residual (variable independiente) y las enfermedades intestinales de la ficha técnica 2017 registradas en cada uno de los CS (variable dependiente). La primera correlación integra los valores de X (variable independiente) y Y (variable dependiente) que se localizan dentro de un rango de atención por CS (1 km a la redonda según el manual de equipamiento urbano de Cuernavaca). La segunda correlación integra los valores de “X” y “Y” localizados dentro de un rango de atención de 1 km por CS, pero a diferencia de la primera, se categorizan los valores de las variables por usos de suelo, según la carta urbana del municipio de Cuernavaca². Para las correlaciones sólo se analizan 20 unidades de CS, excluyendo las de Buena Vista del Monte y Lázaro Cárdenas, ya que no se dispone de información respecto a puntos de descarga de agua residual. Este método se expresa con un coeficiente de covarianza mediante la siguiente fórmula:

$$r_{XY} = \frac{n \cdot \sum X_i Y_i - \sum X_i \cdot \sum Y_i}{\sqrt{[n \cdot \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2] \cdot [n \cdot \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2]}}$$

Donde *n* significa el número de valores o datos en pares ordenados; *X* variable independiente; *Y* variable dependiente; así como *r* xy significa el coeficiente de correlación entre dos variables (Vinuesa, 2016)³. Este método de correlación o también llamado covarianza estadística, permite analizar la

relación lineal entre dos variables cuantitativas, mediante un factor de correlación. Dicho número se interpreta con valores dentro de un rango de -1 y +1, donde ambos extremos son correlaciones perfectas, o correlaciones muy fuertes. Sin embargo, existe una interpretación diferenciada, ya que los valores positivos indican variaciones en el mismo sentido y por el contrario, valores negativos indican variaciones en sentidos opuestos. El factor de correlación se considera un valor del tamaño del efecto y este se distribuye en cinco rangos principalmente: correlación nula, *r* = 0; correlación despreciable, *r* = 0 menor que 0.1; correlación baja, *r* = menor o igual a 0.3; correlación mediana, *r* = entre 0.3 y 0.5; y correlación fuerte o alta, *r* = 0.5 hasta 1. Esta connotación aplica para valores de “*r*” positivos y negativos, más la interpretación con respecto a la cercanía con 1 o -1 es diferenciada en la interpretación del factor resultante. Si bien esta correlación no es estrictamente concluyente debido a la intervención de una o más variables determinantes, este es el método seleccionado y ajustado a la investigación que permite valorar la magnitud del efecto (Vinuesa, 2016). Por último, se analizaron territorialmente (a través de la interpretación del SIG) los puntos de descarga de agua residual, enfermedades intestinales y viviendas con algún estatus de pobreza según el Índice de Marginación Urbana del Consejo Nacional de Población (CONAPO). El índice de marginación categoriza en 5 grados (muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto) la condición socioeconómica del territorio por Área Geoestadística Básica (AGEB) con base en 10 indicadores socio-económicos (CONAPO, 2010).

Resultados

El análisis del catastro de la red de drenaje y alcantarillado municipal de Cuernavaca reveló que el por-

2 Los usos de suelo se distinguen en función de sus actividades socio-económicas así como su densidad poblacional.

3 Antes de sustituir los valores en la fórmula, es necesario sacar las sumatorias de X y Y, los valores de X² Y Y²; así como los valores de X.Y en cada una de las filas de datos.

centaje de viviendas conectadas equivalen al 64%, por lo que las viviendas restantes que no tienen drenaje, vierten hacia alguna fosa séptica o pozo de absorción, o lo hacen directamente con una tubería de PVC hacia alguna grieta o barranca. Particularmente, se identificaron 311 puntos de descarga que no se interrumpen por plantas de tratamiento. En otras palabras, la infraestructura de drenaje sólo funciona como una red que colecta, oculta y dirige sus desechos líquidos sin tratamiento hacia el ambiente. Asimismo, el resultado de la muestra estadística representativa fue de 74 puntos visitados en campo, los cuales corresponden a una cuarta parte del total de los puntos registrados que acumulan un total de 118.34 l/s distribuidos principalmente en 7 usos de suelo urbano (Cuadro I).

USO DE SUELO	TOTAL EN L/S	NÚMERO DE PUNTOS	PROMEDIO POR PUNTO
H4	1.458	2	0.729
H05	2.426	8	0.30325
C	3.11	2	1.555
H6	6.88	1	6.88
H1	8.134	8	1.01675
CU	11.69	3	3.896666667
H2	84.64	50	1.6928
	118.338	74	

Cuadro I. Usos de suelo y gasto por punto de descarga. Fuente: datos propios.

Considerando que la muestra permite calcular el universo total con base en una proporción menor, los 311 puntos de descarga tendrían un caudal de 490.52 litros por segundo, 1,765,872 litros en una hora, y 42,380,928 litros al día. Tomando en cuenta esto y si el caudal es constante 24 horas, el 64% de las viviendas conectadas a la red de drenaje públi-

co generan 15, 469,038.72 m³ de aguas residuales anuales, cifra semejante a 70.82% si es comparada con la cantidad de agua extraída-consumida en la ciudad estimada en 21,844,000 m³ al año. En otras palabras, 7 de cada 10 litros utilizados por los usos de suelo que se conectan a la red, son canalizados hacia la barranca más cercana sin tratamiento, creando focos de infección que ponen en riesgo sanitario a los usuarios de las viviendas que se encuentran cercanas a esos hedores urbanos (Figura 3).

Con base en estas estimaciones, Cuernavaca genera poco más de 24 millones de metros cúbicos anuales de aguas residuales contemplando el 100% de las viviendas (conectadas y no conectadas), con un desecho per cápita de 66.18 m³/año. Incluso, cualitativamente pudo observarse en los 74 puntos muestreados una precaria condición de higiene y saneamiento, derivada de los residuos sólidos, vectores (moscos, moscas y ratas), y lodos residuales sin tratamiento.

Las 22 unidades de atención ambulatoria se distribuyen en 4 usos de suelo principalmente como sucede con la concentración de puntos de descarga: el SIG indica que a menor densidad poblacional menor la concentración de CS: tan sólo 17 CS equivalentes al 77% se sitúan en el uso de suelo H2 con densidad poblacional de 101 a 200 hab. / ha; CS Cuernavaca se localiza en el uso de suelo Centro Urbano; CS Revolución en el uso H4 con densidad poblacional de 201 a 416 hab/ha; y CS Tlaltenango en el uso H1 densidad poblacional de 51 a 100 hab/ha. Las enfermedades relacionadas a la contaminación del agua por heces fecales en Cuernavaca son las “intestinales por otros organismos y las mal definidas” (Secretaría de Salud Morelos, 2018). Estas se ubican en la segunda posición de morbilidad en la ciudad, registrando 7,018 casos anuales, cifra equivalente a poco menos de 11% del total (Secretaría de Salud Morelos, 2018). No obstante, las enfermedades intestinales en los 20



Figura 3. Focos de infección en puntos de descarga. Fuente: toma propia.

CS analizados, equivalen a 4,858 casos anuales. Las enfermedades intestinales se desglosan en 5 categorías; la categoría con el menor número de casos tiene un rango que va de 17 a 105 padecimientos; las categorías medianas, tienen un rango de entre 105 a 203 y de 203 a 348 padecimientos; de los CS que registran mayor número de padecimientos, tienen un rango entre 348 a 639 y el último de 639 y 1,069 casos.

La primera correlación arroja un factor de 0.0469, interpretado como una correlación baja según la nomenclatura citada. El resultado de esta operación indica la inexistente relación entre una variable y otra. En esta correlación, el efecto entre los puntos de descarga y las enfermedades intestinales es bajo o nulo (Fig. 4) (Cuadro II).

Por el contrario, la segunda correlación arroja un factor de correlación de 0.96, interpretado

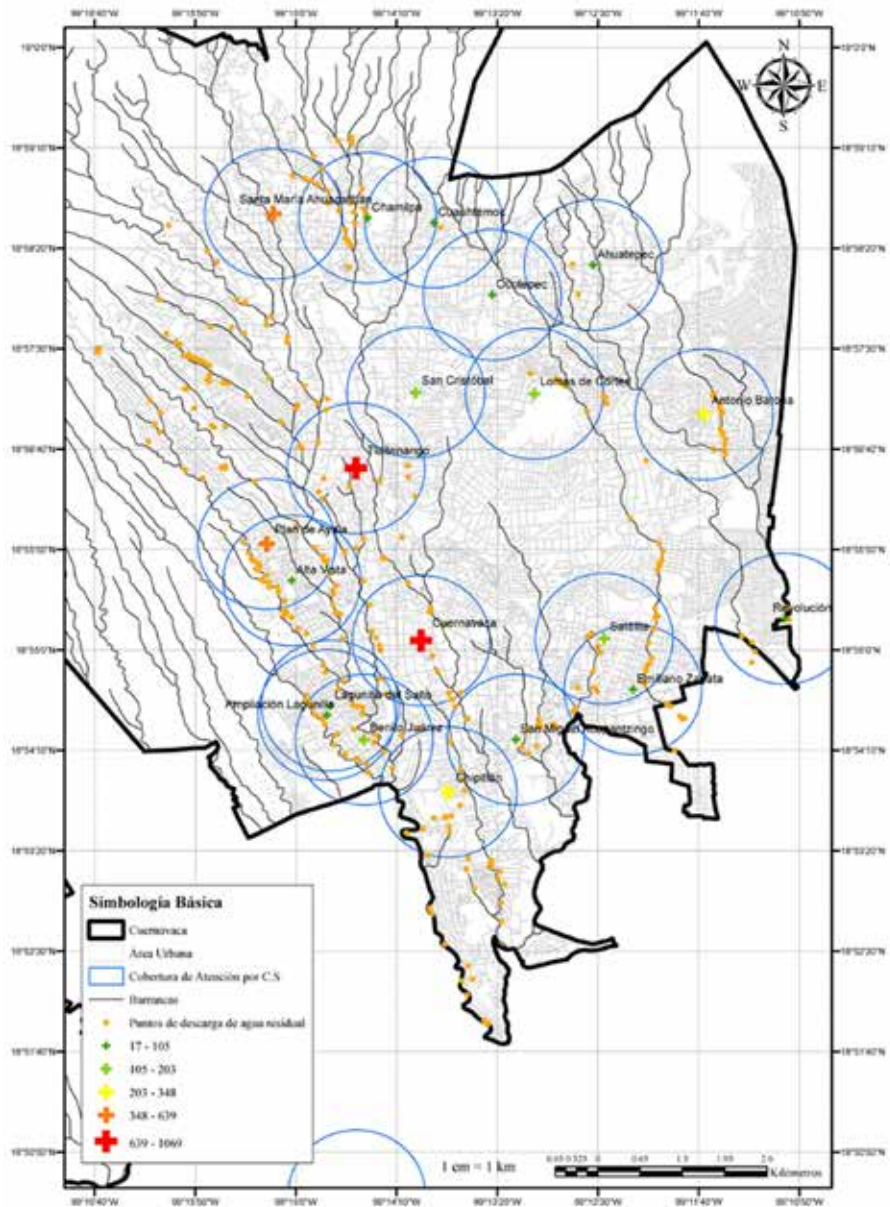


Figura 4. Enfermedades intestinales por centro de salud con rango de atención y puntos de descarga de agua residual. Fuente: elaboración con datos propios; SAPAC, 2008; SSM, 2018; INEGI, 2016b.

CS	Variable Independiente	Variable Dependiente			
Centros de Salud	Puntos de descarga dentro del rango de atención	Enfermedades intestinales por CS	x²	y²	x.y
Ahuatpec	2	84	4	7056	168
Alta vista	37	64	1369	4096	2368
A. Lagunilla	27	60	729	3600	1620
Barona	13	272	169	73984	3536
Lagunilla del salto	27	52	729	2704	1404
Lomas de Cortés	9	203	81	41209	1827
Plan de Ayala	25	639	625	408321	15975
San Cristóbal	0	138	0	19044	0
Acapantzingo	16	37	256	1369	592
Santa María	9	437	81	190969	3933
Satélite	21	154	441	23716	3234
Benito Juárez	28	171	784	29241	4788
Chamilpa	18	105	324	11025	1890
Chipitlán	15	348	225	121104	5220
Cuernavaca	19	826	361	682276	15694
Emiliano Zapata	23	68	529	4624	1564
Ocoatepec	0	17	0	289	0
Revolución	6	66	36	4356	396
Tlaltenango	13	1069	169	1142761	13897
Cuauhtémoc	3	48	9	2304	144
Sumatoria	311	4858	6921	2774048	78250
	x	y	x²	y²	x.y
Coeficiente de Correlación				=	0.846975655

Cuadro II. Primera correlación por el método de Pearson. Fuente: elaboración y análisis con datos propios; SAPAC, 2008 y datos de SSM, 2018.

como correlación fuerte o muy fuerte. En esta correlación, el efecto entre los puntos de descarga y las enfermedades intestinales es muy alto. Además, siendo correlación positiva, a todo aumento de los puntos de descarga de agua residual significa un incremento de la misma intensidad en las enfermedades intestinales (Cuadro III) (Fig. 5). Al parecer, la distribución de los CS y la localización

Uso de suelo	CS	Puntos de descarga	Enfermedades intestinales	x ²	y ²	x.y
Centro Urbano	Cuernavaca	11	826	121	682276	9086
H4	H4-Revolución	6	66	36	4356	396
H1	H1-Tlaltenango	32	1069	1024	1142761	34208
H2	H2-Restantes	221	2897	48841	8392609	640237
	Sumatoria	270	4858	50022	10222002	683927
		x	y	x²	y²	x.y
Coeficiente de correlación					=	0.96035354

Cuadro III. Segunda correlación por el método de Pearson Fuente: elaboración con datos propios; Secretaría de Salud (2017) y Servicios de Salud de Morelos, (2018).

de los puntos de descarga por usos de suelo es un factor importante.

Particularmente, el grado de marginación “muy alto” no tiene ningún punto de descarga ni padecimientos por enfermedades intestinales, debido a que no existen viviendas en dicho territorio. El grado de marginación alto concentra 20 puntos de descarga y 171 padecimientos intestinales. Por el contrario, al grado “medio” se le adjudican 167 puntos de descarga, pero a su vez 3,063 padecimientos por enfermedades intestinales. Además, el grado de marginación “bajo” tiene 59 puntos y 1,414 casos de enfermedades intestinales (Cuadro IV).

La interpretación de los mapas sugieren una incidencia cercana entre las dos variables involucradas (descargas y enfermedades intestinales) tal y como se interpreta en el segundo ejercicio de correlación de Pearson. Incluso, al sumarle el grado de marginación, observamos que donde se registran mayor número de puntos de descarga sin tratamiento también se localizan padecimientos por enfermedades intestinales, principalmente en las Áreas Geoesta-

dísticas Básicas (AGEB) con grado medio y bajo de marginación (Fig. 6).

Discusión y conclusiones

El paradigma establecido de la gestión del agua en el planeta y particularmente en el mundo subdesarrollado, sólo involucra al proceso de extracción y consumo, dejando de lado la etapa de desecho al no otorgarle tratamiento; es un hecho que la estructura misma de drenaje, está diseñada como una red que permite ocultar y transferir su contenido hacia algún río o barranca, como si el concepto “saneamiento” signifique trasladar al efluente hacia algún medio natural hasta contaminarlo. Particularmente, el hecho que se viertan 15,469,038.72 m³ de aguas residuales anuales a las barrancas de Cuernavaca (réplica de los asentamientos pobres del mundo subdesarrollado) que ahora son emplazamientos humanos carentes de los mínimos indicadores de bienestar, significa que persiste un “síndrome urbano de amnesia residual aguda y miopía residual

Grado de marginación	Viviendas	Puntos de descarga	Centros de Salud	Enfermedades intestinales
Muy Alto	0	0	0	0
Alto	12 002	20	Benito Juárez	171
Medio	160 956	167	Santa María, Chamilpa, Cuauhtémoc, Ocotepec, Ahuatepec, San Cristóbal, Tlaltenango, Barona, Plan de Ayala, Alta Vista, Ampliación Lagunilla, Lagunilla, Emiliano Zapata	3 053
Bajo	9 3615	59	Cuernavaca, Lomas de Cortés, Chipitlán, Acapantzingo	1 414
Muy Bajo	58 204	65	Satélite, Revolución	220

Cuadro IV . Viviendas, puntos de descarga, enfermedades intestinales, grado de marginación y CS. Fuente: elaboración con datos propios; Secretaría de Salud Morelos, 2017; CONAPO, 2010; Secretaría de Salud y Servicios de Salud de Morelos, 2018; Gobierno del Estado de Morelos y Gobierno Municipal de Cuernavaca, 2018.

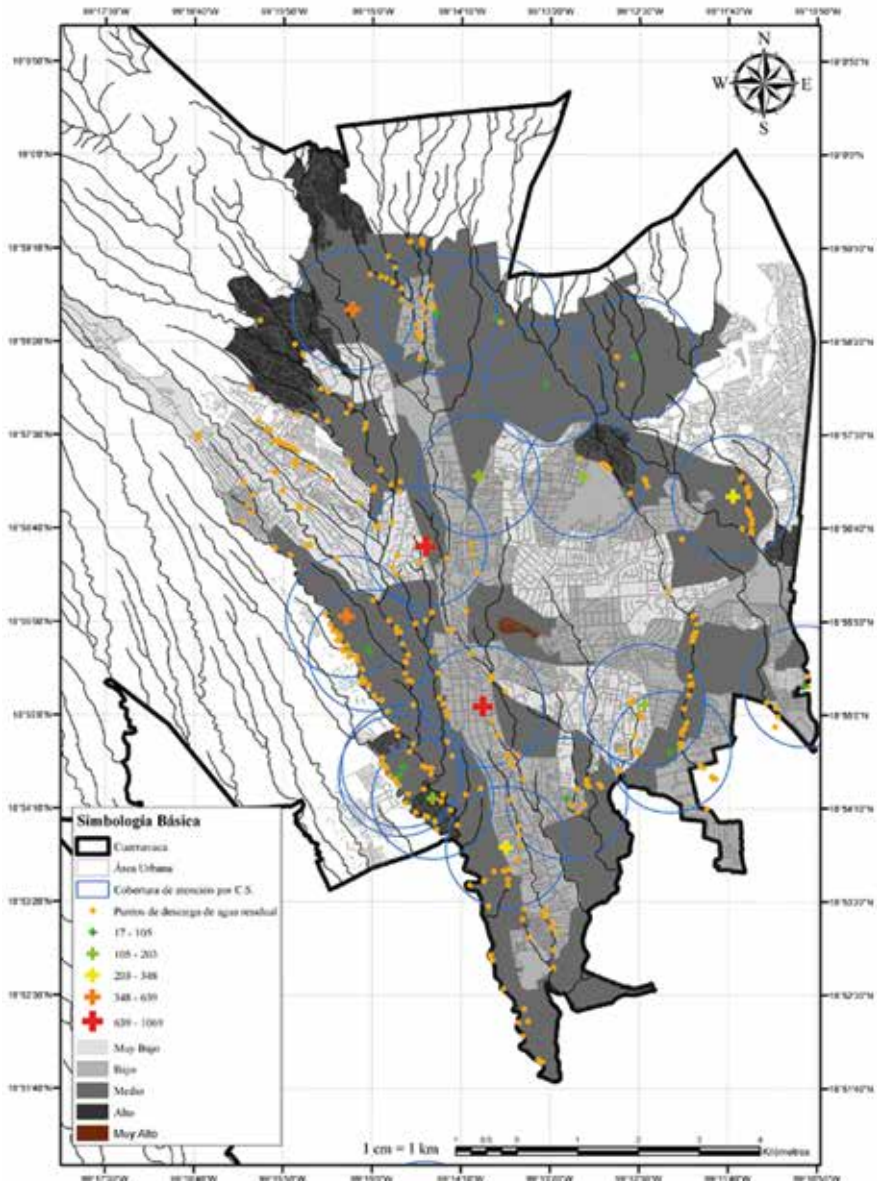


Figura 6. Puntos de descarga, enfermedades intestinales y marginación por AGEB. Fuente: elaboración con datos propios; INEGI, 2010; Secretaría de Salud Morelos, 2017; CONAPO, 2010; Secretaría de Salud y Servicios de Salud de Morelos, 2018; Gobierno del Estado de Morelos y Gobierno Municipal de Cuernavaca, 2018.

severa” por parte de los organismos encargados del saneamiento en Cuernavaca y de los tomadores de decisiones que inciden en esta acción. Dicho paradigma resignifica los derechos fundamentales de los pobres que sufren los efectos en términos de salud ambiental y humana. Particularmente, la metodología en condiciones de subdesarrollo propuesta, para localizar y estimar el caudal del efluente, abre nuevas formas de hacer ciencia del sur y localizar con precisión los lugares posiblemente catalogados como “en riesgo” que bien pueden ajustarse a las circunstancias urbanísticas que persiguen estos cánones técnicos de expulsión de desechos.

Asimismo, el ejercicio estadística y la interpretación del SIG logran validar que las condiciones territoriales diferenciadas por usos de suelo son fundamentales en la relación intrínseca entre puntos de descarga de agua residual sin tratamiento, enfermedades intestinales y marginación, ya que donde se localizan mayores puntos de descarga, se registra un número proporcional de padecimientos por enfermedades intestinales en zonas marginales, y a la inversa, donde existen menor cantidad de puntos de descarga disminuyen los padecimientos asentados en zonas consolidadas económicamente.

La evidencia pone en tela de juicio el riesgo al que son susceptibles las viviendas de los asentamientos pobres que están situadas junto a los puntos de descarga de aguas residuales urbanas sin tratamiento (algunas a 5 m de distancia).

Incluso, el cuestionamiento vigente es el costo socio-económico de dicho fenómeno. Solo como un ejercicio hipotético, si se tomará en cuenta los 7,018 padecimientos por enfermedades intestinales en Cuernavaca, multiplicados por el precio mínimo de tratamiento que es de 680 pesos (equivalente a 30 euros) como el ejemplo de Suiza, el costo total por enfermedades intestinales en Cuernavaca sería de 4,775,047 pesos, o bien, 7,909,286 pesos con el ejemplo de la estimación en Colombia. Por otro

lado, si se tomara en cuenta el valor máximo por tratamiento en Suiza de 4,800 euros, el costo de los efectos podría alcanzar los 764,007,552 pesos al año, o los 15,306,258 con el ejemplo de Colombia (News Medical Life Sciences, 2016; Galeano y Largo, 2015).

Incluso, considerando el costo económico del tratamiento de las enfermedades intestinales en Cuernavaca, o la inversión misma de poco más de 100 millones de pesos (Gobierno del Estado de Morelos y CEAMA, 2006-2012) derivada del emplazamiento de 7 plantas de tratamiento de gran capacidad que están abandonadas, comparada con la infraestructura de tratamiento de aguas residuales propuesto por Montes y Monroy (2020) estimada en 35 millones de pesos mexicanos, confirma que otorgarle tratamiento a las aguas residuales en Cuernavaca sería redituable, y representaría un costo menor como lo decreta la OMS (Montes y Monroy, 2020; Organización Mundial de la Salud, 2017c). Dicho costo social derivado de verter efluente sin tratamiento a las barrancas, no sólo incluiría el costo promedio por tratamiento, también impondría una carga fiscal en el marco de “invertir para prevenir, en lugar de gastar para resarcir” que es responsabilidad del sector público. Y por qué no, la resignificación de los derechos fundamentales de los pobres, cuya distribución en zonas de menor renta les hace vulnerables a tales riesgos y los presiona a tener mayores índices de resiliencia.

Si bien, resulta necesario un análisis multifactorial para que la relación entre asentamientos pobres, barrancas contaminadas por aguas residuales sin tratamiento y enfermedades intestinales sea incuestionable y concluyente, los resultados son un parámetro del tamaño del efecto urbano que bien podría ser mayor si se pretende seguir ignorando dicho fenómeno.

Por tanto, el paradigma de verter aguas residuales sin tratamiento a cualquier cauce de agua

superficial en el subdesarrollo debe estar en el centro de la discusión de la gestión del agua, la salud ambiental y por supuesto humana, a menos que guste quebrantar los derechos fundamentales de los pobres, que ahora no solo tienen que lidiar con su condición de miseria, sino que ahora tienen que ser resilientes para afrontar los efectos de las enfermedades intestinales por virus, bacterias y parásitos, o cualquier otra expresión urbana inesperada.

Referencias bibliográficas

- Cantoni, R. y Nélica, M. (2009). Técnicas de muestreo y determinación del tamaño de la muestra en investigación cuantitativa. *Revista Argentina de Humanidades y Ciencias Sociales*, vol. 7, pp. 1-5. https://www.sai.com.ar/metodologia/rahycs/rahycs_v7_n2_06.htm
- Centro de Investigación Morelos Rinde Cuentas. (2016). *Del caos a la eficiencia. Siete propuestas para mejorar el servicio de agua potable y saneamiento en Cuernavaca*. Cuernavaca, Morelos. <http://www.morelosrindencuentas.org.mx/agua/upload/2017/01/estudio.pdf>
- Centro de Investigación Morelos Rinde Cuentas. (2018). *SAPAC al borde del colapso. Plan ciudadano para salvarlo*. Cuernavaca, Morelos. www.morelosrindencuentas.org.mx/sapac/upload/sapac-estudio-2018.pdf
- CONAPO. (2010). *Grado de marginación urbana por AGEB. Zona metropolitana de Cuernavaca (Cartografía)*. México. http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/indices_margina/marginacion_urbana/AnexoA/Mapas/15_Zona_Metropolitana_de_Cuernavaca.pdf
- Davis, M. (2006). *Planeta de ciudades miseria*. José María Amoroto Salido (trad.). España: FOCA.
- Galeano, R. y Largo, X. (2015). Costos médicos directos del tratamiento de la enfermedad diarreica aguda en niños menores de 5 años en Colombia. Tesis para obtener el título de químico farmacéutico. Bogotá, Colombia: Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. repository.udca.edu.co:8080/jspui/bitstream/11158/559/1/TESIS%20FINAL%2022%20febrero%20-2015.pdf
- Gobierno del estado de Morelos y CEAMA. (2006-2012). *Estudio para las manifestaciones de impacto ambiental de las plantas de tratamiento de aguas residuales para el programa de saneamiento integral de la cuenca del río Apatlaco*. Resumen ejecutivo. Planta de tratamiento de aguas residuales Lázaro Cárdenas. <http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/mor/resumenes/2010/17MO2010HD006.pdf>
- Gobierno del estado de Morelos y Gobierno municipal de Cuernavaca. (2018). *Catastro de Cuernavaca* (Formato SHPS). Construcciones.
- Gobierno municipal de Cuernavaca. (2016-2018). Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Cuernavaca. *Carta Urbana de Cuernavaca*. http://www.cuernavaca.gob.mx/?page_id=8601
- INEGI. (2010). Red hidrográfica Escala 1:50 000. Edición 2.0. Subcuenca hidrográfica RH18Fe R. Apatlaco. Cuenca R. Grande de Amacuzac. RH Balsas. <https://www.inegi.org.mx/temas/hidrografia/default.html#Descargas>
- INEGI. (2016). Áreas geoestadísticas municipales, 2016, escala: 1:250000. Edición: 2016. Aguascalientes, México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. (2020). Censos y conteos de población y vivienda. Principales resultados por AGEB y manzana urbana. Consultado el 1 de marzo de 2022. <https://www.inegi.org.mx/datosabiertos/>

- INSP. (2016). Programa Académico 2016-2017. Primera edición. México: Instituto Nacional de Salud Pública, p. 130.
- Lebel, J. (2005). *Salud. Un enfoque ecosistémico*. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. OMEGA, capítulos 1 y 2.
- Montes-Mata, G. M. & Monroy-Ortiz, R. (2020). Ravines of Eternal Spring the Second Drainage System of Cuernavaca. In E. Otazo-Sánchez, A. Navarro-Frómata, V. Singh (eds.), *Water Availability and Management in México*. Water Science and Technology Library.
- Montes-Mata, G. M. y Monroy-Ortiz, R. (2021). Salud urbana y morbilidad urbana: efecto del caos de los medios de producción en la ciudad capitalista. *Cadernos Metrópole* [en línea], 23(52), pp. 855-882. <https://doi.org/10.1590/2236-9996.2021-5201>
- News Medical Life Sciences (2016, 12 de agosto). *Costos de la atención sanitaria de enfermedades gastrointestinales en Suiza*. <https://www.news-medical.net/news/20160812/1630/Spanish.aspx>
- ONU. (2016). Reporte ciudades del mundo 2016. Urbanización y desarrollo, futuros emergentes. *HÁBITAT*, pp. 12-13. <https://es.unhabitat.org/tag/informe-mundial-de-las-ciudades/>
- Organización Mundial de la Salud. (2017a). *Agua, saneamiento e higiene. Enfermedades y riesgos asociados a las deficiencias en los servicios de agua y saneamiento*. http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases-risks/es/
- Organización Mundial de la Salud. (2017b). *Enfermedades diarreicas. Datos y cifras*. <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diarrhoeal-disease>
- Organización Mundial de la Salud. (2017c). *Saneamiento. Datos y cifras*. www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/sanitation
- Organización Mundial de la Salud. (2018). *Agua. Datos y Cifras*. www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water
- SAPAC. (2008, 26 marzo). Informe de resultados de la revisión de la cuenta pública del Sistema de agua potable y alcantarillado del municipio de Cuernavaca (SAPAC); Auditoría especial del empréstito de 70 millones de pesos (Ejercicio 2006). *Periódico Oficial*. Cuernavaca, p. 23.
- Secretaría de Salud Morelos. (2018). Oficio No. SAPS/DRSAPS/643/2018. Respuesta a petición de la plataforma de transparencia folio 00231718. Petición estadística de las enfermedades registradas en 23 unidades de atención ambulatoria del municipio de Cuernavaca. Ficha técnica 2017.
- Secretaría de Salud y Servicios de Salud de Morelos. (2018). Directorio de Unidades Médicas. Recuperado en: evaluacion.ssm.gob.mx/directorium/
- SEDESOL. (1999). *Sistema normativo de equipamiento urbano 1999*. Tomo II. Salud y asistencia social. Dirección General de Infraestructura y Equipamiento, Subsecretaría de Desarrollo Urbano y vivienda.
- Tanuro, D. (2013). *La crisis ecológica capitalista. Las fases del desarrollo de la crisis ecológica capitalista*, p. 1. <http://old.sinpermiso.info/articulos/ficheros/tanuro.pdf>.
- UN WATER. (2017). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos. Aguas residuales: El recurso desaprovechado*. París: UNESCO. <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002471/247153e.pdf>
- Vinuesa. (2018, 14 de octubre). *Tema 8-Correlación: teoría y práctica*. México: CCG-UNAM. <http://www.ccg.unam.mx/vinuesa/>