

Evaluación de la calidad del agua. Afectaciones a grupos y actores sociales del cauce del río Huacapa

Evaluation of the water quality. Impacts on groups and social actors in the Huacapa riverbed

Maricarmen Alarcón Alarcón, Irene Bustamante Gutiérrez, Abdel Jaime Guerra Garza

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la calidad del agua superficial del río Huacapa en la población de Chichihualco estado de Guerrero, para analizar el riesgo de contaminación que corre la población adyacente al cauce del río. Mediante un análisis de sitio, se observaron los puntos con mayor contaminación del agua, se investigó información de la infraestructura y la traza urbana por medio del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020) con ello se elaboró una cartografía mediante el programa ArcGis, en la que se representó la red hidrográfica y la traza urbana, así como la red de saneamiento y sus distintas fases de construcción. Posteriormente se realizó un muestro de aguas superficiales y los resultados de los datos analíticos se trataron con el índice simplificado de calidad del agua (ISQA), debido a la simplicidad y seguridad en los resultados obtenidos con este método. Dichos resultados se representaron también cartográficamente (ArcGIS), obteniéndose la calidad del agua a lo largo del cauce, así como los puntos más vulnerables y las zonas mayormente contaminadas por aguas residuales y residuos sólidos en el área de estudio. Con esto se pudieron determinar las áreas de mayor riesgo por vertidos de aguas (fécales y residuos sólidos en el lecho inferior del cauce), ubicadas en la periferia de la población y zonas de crecimiento. Con base a los datos que se analizan en la investigación, se determina el grado de contaminación del agua, así como la calidad del agua que presenta los causes, obteniendo los grupos y actores sociales mayormente afectados por la contaminación y el grado de vulnerabilidad que presenta por el riesgo de contaminación, para una posible restructuración urbanística.

Palabras clave: río Huacapa; calidad del agua; contaminación; aguas residuales.

Maricarmen Alarcón Alarcón 

Universidad Autónoma de Coahuila – México. arqmaricaremenalarcon@gmail.com

Irene Bustamante Gutiérrez 

Universidad de Alcalá – España. irene.bustamante@imdea.org

Abdel Jaime Guerra Garza

Universidad Autónoma de Nuevo León – México. jguerragza@gmail.com

<http://doi.org/10.46652/rgn.v8i36.1052>

ISSN 2477-9083

Vol. 8 No. 36 abril-junio, 2023, e2301052

Quito, Ecuador

Enviado: marzo 26, 2023

Aceptado: junio 10, 2023

Publicado: junio 29, 2023

Publicación Continua

ABSTRACT

The objective of the present work was to evaluate the quality of the surface water of the Huacapa river in the population of Chichihualco, state of Guerrero, to analyze the risk of contamination that the abundant population runs to the riverbed. Through a site analysis, the points with the highest water contamination were observed, information on the infrastructure and the urban layout were investigated through the National Institute of Statistics and Geography (INEGI, 2020) with which a cartography was prepared using the ArcGIS program, in which the hydrographic network and the urban layout were represented, as well as the sanitation network and its different construction phases. Subsequently, a sample of surface waters was carried out and the results of analytical data were treated with the simplified index of water quality (ISQA) due to the simplicity and security of the results obtained with this method. These results were also represented cartographically (ArcGIS), obtaining the water quality along the channel, as well as the most vulnerable points and the areas most contaminated by waste and solid waste in the study area. With this, it is possible to determine the areas of greatest risk due to water discharges (fecal and solid waste in the lower bed of the channel), located on the periphery of the population and growth areas. Based on the data that are analyzed in the investigation, the degree of water that presents the causes, obtaining the groups and social actors most affected by the contamination and the degree of vulnerability that it presents due to the risk of contamination for a possible urban restructuring.

Keywords: Huacapa river; water quality; contamination; wastewater.

1. Introducción

El agua es el recurso natural más abundante del planeta; su cantidad es de aproximadamente 1.385 millones de km³. De este volumen total, es utilizable; el 81% que están presente en glaciares y zonas polares mientras que el 18 % restante se distribuye entre la humedad del suelo, lagos, vapor atmosférico, ríos y organismos vivos. La calidad del agua está en riesgo debido a las actividades humanas cerca de las fuentes de agua. Estas actividades suelen estar relacionadas con áreas urbanas, zonas mineras, explotación petrolera y agricultura, generando descargas contaminantes con altas concentraciones de materia orgánica nitrógeno, fósforo, metales pesados e hidrocarburos (Guananga et al., 2022).

Aproximadamente el 1% del agua dulce se encuentra disponible para los seres humanos y los ecosistemas. Debido al creciente aumento demográfico y las actividades antrópicas, su calidad está amenazada, no solo por agentes químicos, sino también, por contaminantes biológicos. El impacto ambiental y social que ocasionan los coliformes fecales presentes en fuentes de agua. El crecimiento exponencial de las poblaciones ha ocasionado severos impactos ambientales; se prevé que un cuarto de los países sufrirá escasez de agua dulce en los próximos 30 años (Garros Martínez y Safar, 2020).

Las aguas superficiales han experimentado deterioro de su calidad debido a su uso como receptor de los vertimientos generados por los poblados, actividades agropecuarias y escorrentías (Zambrano Mero et al., 2022).

Iracheta (2020) relaciona,

Los resultados son la emisión creciente de gases de efecto invernadero, el deterioro de los ecosistemas, y la contaminación del agua, aire y suelo, además de una creciente brecha social: los grupos más vulnerables de la población viven cada vez más lejos de los centros urbanos con precarias condiciones de vida, falta de infraestructura y un ambiente poco sano. (p. 9)

Gómez Duarte (2018) menciona; ser amigable con el medio ambiente se ha convertido en una necesidad, que ha surgido a partir de las altas temperaturas, el descongelamiento de los polos, la contaminación del agua, el suelo y el aire a lo que nos hemos enfrentado.

Desarrollar una visión de conjunto entre lo urbano, lo rural y su articulación a través de instancias de gobernanza territorial, para garantizar un desarrollo sostenible para todos; y superar el modelo económico extractivista que pone por delante el interés económico y niega la existencia de límites y de la sostenibilidad ambiental. (Iracheta, 2020, p. 37)

Considerando que la crisis de la naturaleza está alcanzando niveles de irreversibilidad y que el cambio climático es la amenaza principal que enfrenta la humanidad, la orientación de la transformación social-ecológica.

Ha traído la búsqueda de nuevas formas de hacer conciencia en nuestro entorno, arrojándonos a una nueva manera de proyectar, provocando las modificaciones de las leyes y reglamentos. La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, adoptada en 2015 por la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) propone: un cambio de paradigma en la manera de dar respuesta a los retos en materia de pobreza, inseguridad, marginación, injusticia y representa un plan de acción a favor de las personas, el planeta y la prosperidad (Agenda 2030, 2019).

La Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, publicada en el Diario Oficial del Estado (2016), menciona que la reforma publicada el 14 de mayo del 2019, donde se,

...confirió a la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU), en su artículo 8, entre otras atribuciones; formular y conducir la política nacional de asentamientos humanos. El Artículo 4 establece: los principios de la política pública con los que se debe conducir la planeación, regulación de los asentamientos humanos y el ordenamiento territorial, principalmente garantizando el derecho a la ciudad y el derecho a la propiedad. (Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, SEDATU, 2020)

Enfrentar estos desafíos implica mejorar las políticas públicas, otros consensos, y nuevos procesos de gobernanza y participación social como instrumentos para promover y luchar por una transformación de las ciudades y sus entornos rurales y regionales a favor de un desarrollo productivo, incluyente, ordenado y sustentable; desde una perspectiva social-ecológica y con un enfoque políticamente progresista. (Iracheta, 2020, p. 37)

En la localidad de Chichihualco, Guerrero. El crecimiento poblacional acelerado ha presentado problemáticas en el abastecimiento del agua potable. La falta de servicios de infraestructura urbana como lo es el alcantarillado público y el agua potable para toda la población ha traído consigo problemáticas urbanas y contaminación ambiental, visual, odorífera entre los habitantes.

En el año 2010 se realizó la infraestructura del alcantarillado de la población de Chichihualco, pero en el 2013 a consecuencia de los huracanes Ingrid y Manuel sufrió severos daños en la infraestructura. Más tarde en el año 2015 se tuvo la propuesta de la rehabilitación de la infraestructura del alcantarillado y de la implementación del saneamiento de las aguas residuales. A continuación, se presentan algunas fotos de los lugares de la afectación.

Figura 1. Afectaciones de viviendas por los Huracanes Ingrid y Manuel



En la figura 1, se aprecia la afectación de las viviendas a causa de los huracanes teniendo destrucciones, no solo en del alcantarillado, sino también en la vivienda que se encuentra los asentamientos humanos irregulares.

Figura 2. Afectación de infraestructura por crecimiento de río Michiapa



En la figura 2, se logra percibir el crecimiento del cauce del río que fue cerca de los 100 metros del lecho del río Michiapa, se observa la participación de protección civil para ayudar a las viviendas afectadas por el crecimiento del río Michiapa.

Figura 3. Daños a las viviendas adyacentes al cauce del río Huacapa



En la figura 3, el cauce del río Michiapa se percibe afectados los pozos de visita del alcantarillado, concentrando en mal estado, algunos de los pozos se encuentran abiertos y otros fisurados y en el peor de los casos desechos, actualmente no se han resarcido ni han hecho una intervención para el mejoramiento de los pozos de registros.

Las autoridades han buscado compartir no sólo responsabilidades, sino también estrategias encaminadas a enfrentar los problemas y retos que implica la creciente demanda del agua. Siendo una prioridad de los sectores de gobierno, el tratamiento de las aguas residuales para generar el recurso y disminuir los índices de escasez, se hace necesario priorizar las necesidades que se tienen en la sociedad, de los diferentes grupos y actores sociales que carecen de este recurso, teniendo como una posibilidad el saneamiento de las aguas.

En el año 2017 se hizo la propuesta del saneamiento de las aguas residuales por parte del gobierno Estatal y Municipal para el mejoramiento del cauce, al observar los niveles de vulnerabilidad y contaminación al ambiente que se tenían. Pero la propuesta ha sido denegada a causa de las diferencias entre los grupos y actores sociales, y a la falta de información de las políticas públicas. Partiendo del estudio de la calidad del agua del río, se toma en cuenta las siguientes preguntas; ¿Cuál es el grado de afectación de los asentamientos humanos adyacentes al cauce de los ríos? ¿Cuáles han sido las propuestas de mejoramiento y saneamiento de la calidad del agua que se presentan en los causes de los ríos?

Con base a los datos que se analizan en la investigación, se determina el grado de contaminación del agua, así como la calidad del agua que presenta los causes, para determinar cuáles son los grupos y actores sociales mayormente afectados por la contaminación y el grado de vulnerabilidad que presenta por el riesgo de contaminación.

En el estado de Guerrero, México, en la población de Chichihualco, actualmente se presenta una problemática de contaminación en la cuenca del río Huacapa, debido al vertido de aguas residuales de toda la población, por medio de las de los diferentes cauces; Michiapa, Manantiales y Tlalchococa. La comunidad de Chichihualco se encuentra ubicado ver figura 4; al oeste de Chil-

pancingo, entre los paralelos $17^{\circ}33''$ y $17^{\circ}46''$ de latitud norte y $99^{\circ}34''$ y $99^{\circ}59''$ de longitud oeste respecto del meridiano de Greenwich Limita al norte con el municipio de Eduardo Neri (antes Zumpango del Río) y con el municipio de Heliodoro Castillo, formando parte de la Región Sierra del Estado La cabecera municipal está a 1,230 metros sobre el nivel del mar (Bravo, 2021). Actualmente cuenta con una población de 12,483 habitantes de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Población (INEGI,2020).

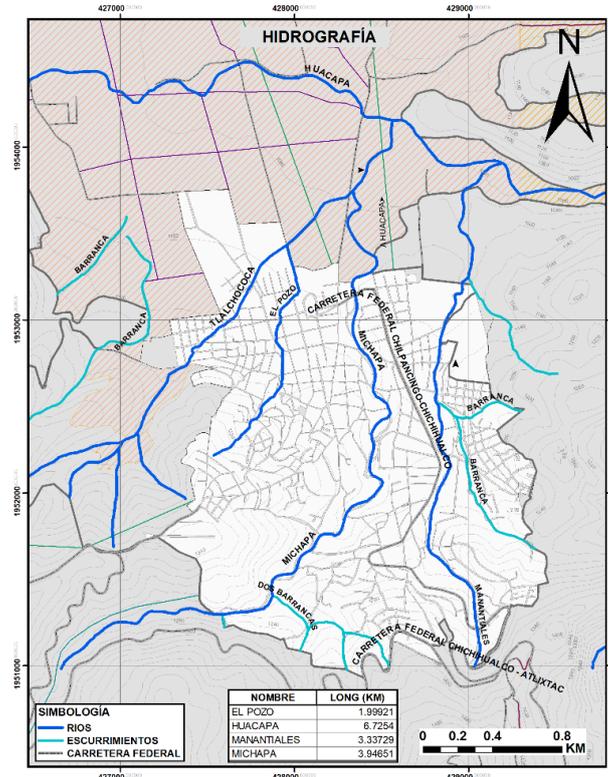
Figura 4. Ubicación del sitio de Estudio



El cauce del río Huacapa tiene una longitud de 6.00 km que en el desembocan los ríos; Michiapa (5.058 km), Tlalchococa (3.91 km), Manantiales (3.40 km) (INEGI, 2020). En el desembocan los demás ríos perenne del poblado. La infraestructura del alcantarillado público municipal cuenta con dos redes, una discurre por el centro de la mancha urbana y en la actualidad se encuentra encofrado desembocando directamente en el río Huacapa.

La segunda red municipal de alcantarillado público se ubica a cielo abierto en medio del cauce del río Michiapa, pero este actualmente se encuentra en un estado deteriorado a causa de los huracanes Ingrid y Manuel, que en el año 2013 fueron gravemente dañadas y estropeadas y no se han resarcido. Los dos ramales principales del alcantarillado público desembocan directamente en el lecho menor del río del río Huacapa. Los habitantes que se encuentran cerca río Michiapa conectan sus instalaciones sanitarias directamente al cauce.

Figura 5. Mapa de hidrografía.



La incorporación de las aguas residuales en estas zonas ha sido principalmente por los animales domésticos que tienen los habitantes y para la facilidad de los dueños, estas instalaciones se hacen directamente al cauce, apareciendo en el mismo diferentes residuos sólidos, tanto orgánicos como inorgánicos, en el lecho mayor y menor del río, que son también un foco de contaminación. Esto implica una contaminación visual por el deterioro del cauce y desprendimiento del hedor, dañando así la imagen de la zona urbanizada. Además, otra de las problemáticas a las que se enfrenta la población, es el grupo social de agricultores que utiliza las aguas residuales del cauce para regar las hortalizas en temporada de secas, lo que puede generar problemas de salud teniendo en cuenta que son aguas contaminadas y que no son tratadas de ninguna forma.

En la población se ha hecho presente la falta del agua, comúnmente afectando zonas de la periferia urbana que no cuenta con un sistema de abastecimiento de la infraestructura de agua potable, careciendo de la disponibilidad de este recurso.

Esto es cada año más frecuente debido a que la escasez de agua potable no ha sido una prioridad para los diferentes rubros de la sociedad económica, por eso la importancia de prestar atención a lo ocurrido en la población.

2. Metodología

Para la propuesta metodológica se analizaron diferentes fuentes de información con casos análogos similar a la que se presenta en nuestra investigación de Chichihualco. Teniendo una revisión bibliográfica en distintas bases de datos; bibliotecas virtuales, artículos científicos, libros, etc. Con el fin de analizar las distintas formas de resolver las diferentes problemáticas de los grupos y actores sociales ante las políticas y gestión de agua.

A continuación, se generó una cartografía temática por capas, obteniendo los datos a través de la biblioteca digital de mapas de INEGI, mediante las carpetas de datos vectoriales de usos del suelo y vegetación a escala 1:250.000 (serie V) del conjunto nacional de Chilpancingo. De esta manera se obtuvo el mapa base de la zona (figura 5). Posteriormente se añadieron las capas de topografía, hidrología, traza urbana, mancha e infraestructura urbanas (red de alcantarillado).

El mapa de la figura 6 muestra los dos ramales principales de la infraestructura urbana de alcantarillado público, este se obtuvo a través de la Comisión de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del Estado de Guerrero (CAPACEG, 2020). Se realizó posteriormente una comprobación *in situ*.

Seguidamente, se planificó una campaña de campo, con el objeto de identificar las áreas que presentaran mayor contaminación, inventariando los puntos de vertido de aguas residuales, así como los de acumulación de residuos sólidos. Para ello se determinaron los focos de contaminación con el fin de presentar la calidad de las aguas superficiales. A continuación aparecen fotos que muestran el estado actual de los cauces (figura 7 a 12). Con el fin de presentar la calidad de las aguas superficiales a continuación se presentan las fotos de los estados en los diferentes cauces del río.

Figura 6. Mapa de hidrografía.

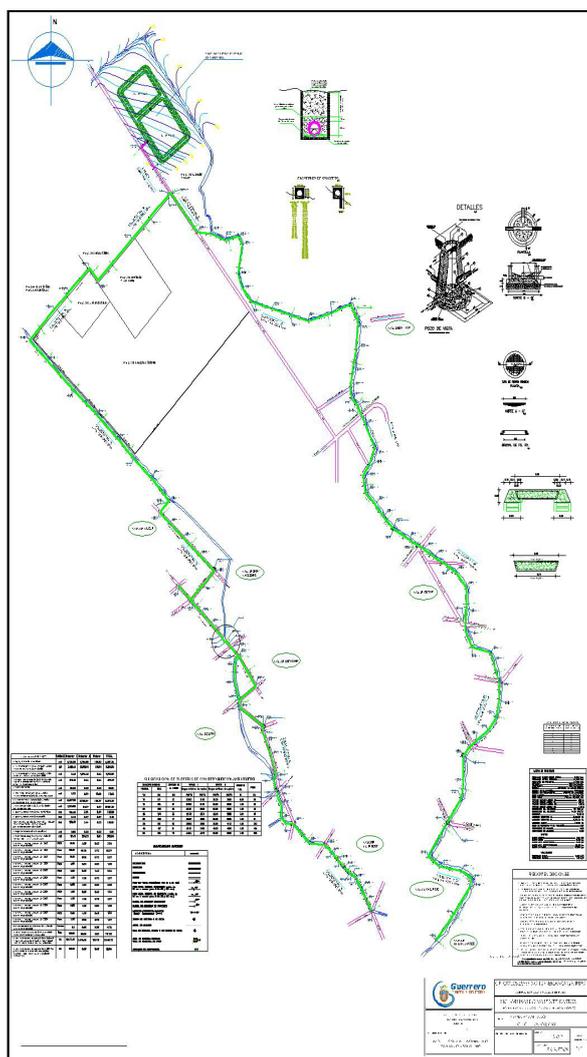


Figura 7. Calidad del agua más contaminada, pozo de visita estropeado en la colonia la Piedra.



Figura 8. Se tiene presencia en las aguas un color negro con gran cantidad de algas filamentosas final del cauce del río Huacapa.



Figura 9. Se observa la salida de las aguas fecales por rotura de la tubería y numerosos vertidos sólidos, colonia Asentamientos humanos.

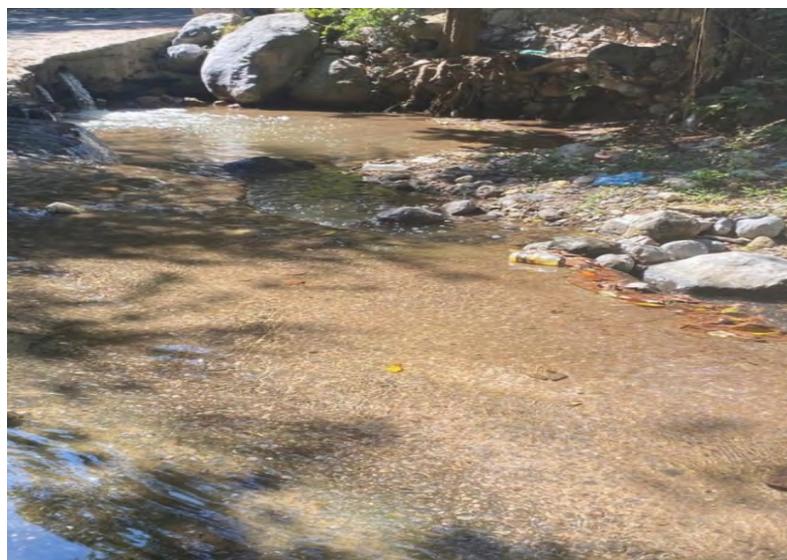


Figura 10. Se observa la calidad del Agua verde y vertido de residuos en el lecho mayor en el punto medio del cauce del río Hucapa.



Figura 11. Se observa la calidad del Agua verde y restos de animales en estado de descomposición en el lecho mayor del cauce del río Hucapa.

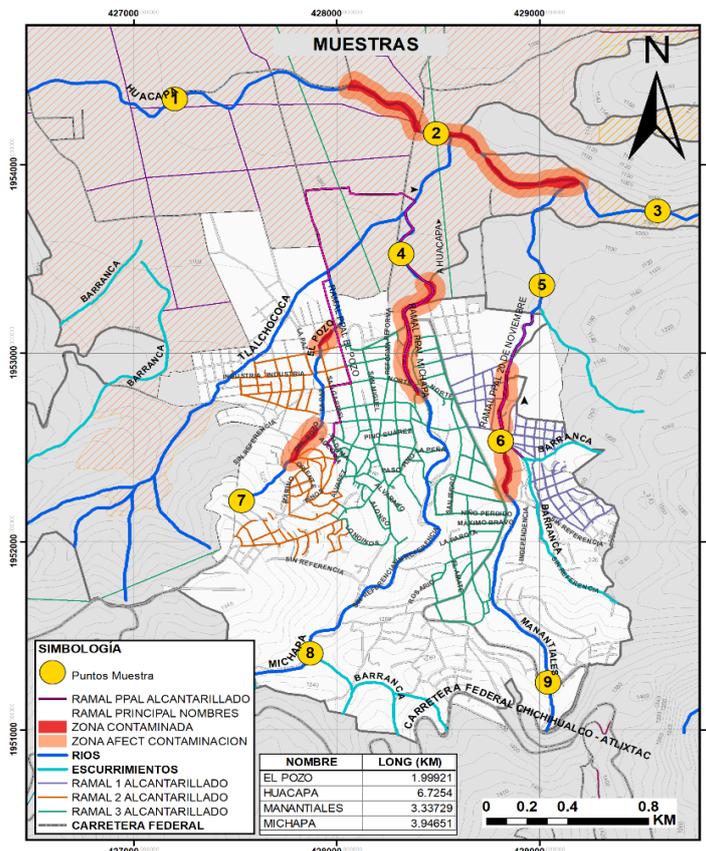


Figura 12. Restos de residuos inorgánicos por el lecho mayor del cauce del río Huacapa



Con los datos recogidos en esta fase del trabajo campo, se realizó la selección de los puntos de muestreo, teniendo en cuenta el estado observado de los cauces y del agua, así como de la concentración de residuos sólidos.

Figura 13. Mapa de selección de puntos y zonas contaminadas



Los nueve puntos de muestreo que se seleccionaron en los tres cauces principales se observan en la figura 13, en la que también se puede observar las zonas más afectadas por la contaminación. Los puntos seleccionados fueron los siguientes: (1) río Huacapa antes de recibir los vertidos de Chichihualco, (2) río Huacapa en la confluencia con el río Tlalchococa, (3) río Huacapa aguas debajo de los vertidos de Chichihualco, (4) río Michiapa, aguas debajo de la población, en la colonia de La Piedra. (5) río manantiales aguas debajo de la colonia Lázaro Cárdenas, (6) río Manantiales en la colonia Asentamientos Humanos, (7) río el Pozo aguas arriba de las primeras edificaciones, (8) río Michiapa, aguas arriba de la colonia Dos Barrancas, y (9) río Manantiales aguas arriba del municipio.

La toma de las 9 muestras se realizó en tubos de BD Vacutainer Serum 368105 de 6 mm, refrigerándose a 4°C, y congeladas posteriormente -23°C para su preservación hasta la llegada al laboratorio. Los parámetros analíticos determinados fueron los siguientes: Conductividad (CE), pH, Total de sólidos en Suspensión (TSS), Oxígeno Disuelto (O₂), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), Carbono Orgánico Total (TOC) y Nitrato (NO₃⁻).

Para la determinación de la DQO, DBO, COT, TSS y NO₃⁻ se utilizó un espectrómetro UV marca Prim Light. La Conductividad se analizó por medio de un multímetro modelo MM41 marca Crisson. El pH se determinó con un pH metro marca EIW-112 y el O₂ con un oxímetro modelo Oxi 45p Marca Crisson.

Una vez obtenidos los datos analíticos de las muestras, se decidió utilizar el Índice de Calidad Simplificado del Agua (ISQA). El ISQA es un número adimensional que permite operar con muy pocos parámetros analíticos y a la vez ofrece garantías en los resultados obtenidos. Este índice está definido solamente por cinco parámetros, y su expresión es:

$$\text{ISQA} = T(A+B+C+D)$$

en donde:

T es función de la temperatura del agua del río medida en °C. Su valor asignado varía entre 0,8 y 1:

$$\text{Si } t \text{ (}^\circ\text{C)} \leq 20 \text{ } \Rightarrow T = 1$$

$$\text{Si } t \text{ (}^\circ\text{C)} > 20 \text{ } \Rightarrow T = 1 - (T^\circ\text{C} - 20) \times 1,25 \times 10^{-2}$$

A es función de la oxidabilidad (DQO) y corresponde al oxígeno consumido en una oxidación con MnO₄K en ebullición y medio ácido. Incluye el contenido orgánico, tanto si es natural como si no lo es.

Varía entre 0 y 30.

$$\text{Si DQO} < 10 \text{ P A} = 30 - 1,2 \times [\text{DQO}]$$

$$\text{Si DQO} > 10 \text{ P A} = 21,6 - 0,36 \times [\text{DQO}]$$

$$\text{Si DQO} > 60 \text{ P A} = 0$$

B es función de la materia en suspensión que puede separarse filtración. Este parámetro incluye: polución orgánica, inorgánica, industrial y/o urbana. Tiene mucha influencia en la fotosíntesis. Varía entre 0 y 25.

$$\text{Si MS} > 250 \text{ P B} = 0$$

$$\text{Si MS} > 100 \text{ P B} = 16,67 - 6,67 \times 10^2 \times [\text{MS}]$$

$$\text{Si MS} < 100 \text{ P B} = 25 - 0,15 \times [\text{MS}]$$

C es función del Oxígeno Disuelto en el agua: su concentración está en relación con la oxidabilidad, sobre todo con el contenido de materia orgánica biodegradable. Varía entre 0 y 25.

$$C = 2,4 \times [\text{O}_2]$$

D es función de la conductividad eléctrica a 18 °C (s): mide la concentración de sales inorgánicas. Varía entre 0 y 20.

$$D = 55,42 - 15,38 \cdot \log s$$

El método ISQA utiliza los siguientes valores para determinar el grado de contaminación del agua superficial:

100 -80 agua de excelente calidad representado con color azul

80 -60 agua de buena calidad representado con color verde

60-40 agua de calidad regular representado con color amarillo

40 -20 agua de mala calidad representado con color naranja

20-0 agua de pésima calidad representado con color rojo

Estos valores son los utilizados para la representación de la calidad del agua en el mapa de análisis ISQA para graficar la contaminación que hay en los cauces y cuál es su alcance.

Figura 14.

VALORES DE ISQA	
100-80	
80-60	
60-40	
40-20	
20-0	

3. Resultados

En las tablas 1 y 2 muestran los resultados obtenidos de las 9 muestras analizadas por los métodos antes mencionados y los valores del ISQA respectivamente.

Los valores analíticos indicados en la tabla 1 son el resultado del promedio de análisis de 3 réplicas para cada muestra a excepción del análisis de O₂.

La tabla 2 se muestran los datos del método ISQA, para la determinación de la calidad del agua y en la figura 5 la representación cartográfica del mismo.

Tabla 1.

Muestra	Pruebas	TSS (mg/l)	TOC (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	pH	Conductividad (μs/cm) 20°C	O ₂ (mg/l)
M1	n1	144	37.0	2.00	94.0	47.0	7.94	563	2.5
	n2	143	39.5	1.70	103	50.0	7.91	559	
	n3	134	36.5	1.30	97.0	47.5	8.00	552	
	promedio	140	37.7	1.67	103	48.2	7.95	558	
M2	n1	180	36.0	1.90	97.0	46.5	7.92	653	3.75
	n2	182	35.5	1.70	96.0	45.5	7.93	650	
	n3	184	35.5	2.40	96.0	46.0	7.90	645	
	promedio	182	35.5	2.00	96.3	46.0	7.92	649	
M3	n1	136	29.4	1.40	68.5	39.5	8.00	677	3.25
	n2	138	29.0	1.70	67.5	38.5	7.97	676	
	n3	150	29.2	1.30	68.5	39.5	8.06	677	
	promedio	141	29.3	1.40	68.2	39.2	8.01	677	
M4	n1	78.0	5.40	10.8	12.3	6.80	8.12	571	7.5
	n2	77.0	4.80	10.7	11.7	6.10	8.12	551	
	n3	69.0	4.80	10.2	10.9	6.10	8.18	544	
	promedio	74.7	5.00	10.6	11.6	6.33	8.14	555	
M5	n ¹	152	24.4	1.40	55.5	32.5	7.76	599	3.85
	n ²	141	24.8	1.10	56.0	33.0	7.79	576	
	n ³	154	24.4	1.10	55.0	32.5	7.75	575	
	promedio	149	24.5	1.20	55.5	32.5	7.77	583	
M6	n ¹	174	110	<1.0	163	130	8.62	1994	2.25
	n ²	160	95.0	<1.0	150	121	8.67	2080	
	n ³	160	90.0	<1.0	152	122	8.65	2040	
	promedio	165	110	<1.0	155	124	8.65	2038	
M7	n ¹	25.6	2.10	2.00	6.00	2.20	8.16	420	8.38
	n ²	27.2	1.70	2.20	5.00	1.90	8.24	551	
	n ³	29.4	1.70	2.40	4.00	2.00	8.20	544	
	promedio	27.4	1.83	2.20	5.00	2.03	8.20	416	
M8	n ¹	147	27.4	<0.5	64.0	37.0	7.82	711	3.75
	n ²	154	27.2	<0.5	63.0	36.5	7.85	708	
	n ³	147	27.2	<0.5	63.0	36.5	7.85	694	
	promedio	149	27.3	<0.5	63.3	36.5	7.84	704	
M9	n ¹	44.5	1.50	8.90	5.40	2.00	7.99	460	8.5
	n ²	44.0	1.50	8.50	5.30	2.00	8.08	453	
	n ³	44.5	1.50	8.40	5.50	2.00	8.02	456	
	promedio	44.3	1.50	8.60	5.40	2.00	8.03	456	

Resultados del Pastel UV, multímetro y oxímetro.

Resultados del método ISQA

Tabla 2.

Nº de estación	Estación	T °C	DQO mg/L	O2 mg/L	Ms mg/L	Conduc. µS/cm	t	a	b	c	d	ISQA t(a+b+c+d)
1	Río Huacapa	21.0	98.0	2.50	140.33	558	0.99	0.0	7.3	6.0	13.2	26.2
2	Río Huacapa	23.0	96.3	3.75	182.00	649	0.96	0.0	4.5	9.0	12.2	24.7
3	Río Huacapa	20.0	68.2	3.25	141.33	677	1.00	0.0	7.2	7.8	11.9	26.9
4	La piedra	21.0	11.6	7.50	74.67	555	0.99	17.4	13.8	18.0	13.2	61.6
5	Lazaro Cardenas	22.0	55.5	3.85	149.00	583	0.98	1.6	6.7	9.2	12.9	29.7
6	Asentamientos H.	19.0	155	2.30	164.00	2038	1.00	0.0	5.7	5.5	4.5	15.8
7	El pozo	19.0	18.00	3.12	27.40	417	1.00	15.1	20.9	7.5	15.1	58.6
8	Dos Barrancas	18.0	63.33	3.75	149.33	704	1.00	0.0	6.7	9.0	11.6	27.3
9	Manantiales	20.0	5.40	8.50	44.33	456	1.00	23.5	18.4	20.4	14.5	76.8

Los valores entre 60 y 80 (color verde) con menor afectación, se presentan en los cauces La Piedra (punto 4) y los Manantiales (punto 9).

Los resultados de los Manantiales que ha tenido una calidad buena, debido que se tomó la muestra al inicio del río, donde no se presenta un área urbana.

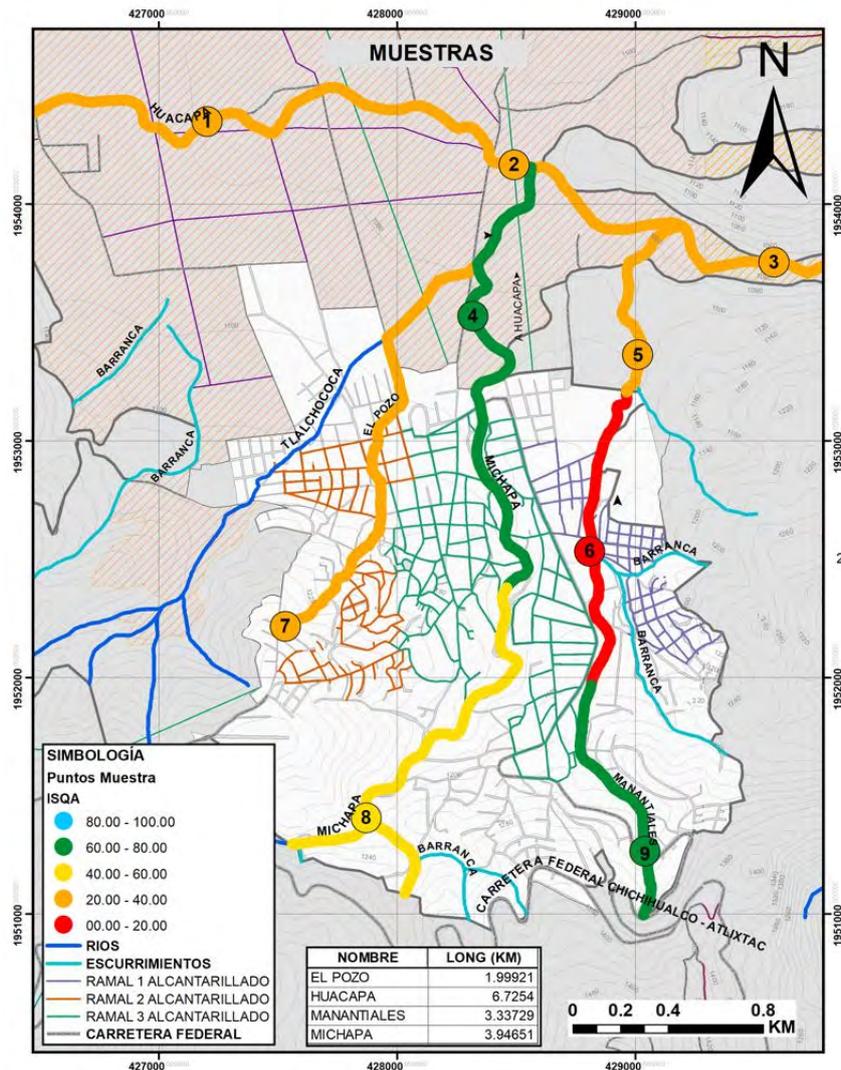
En la Colonia del Pozo (punto 7) se obtiene un valor entre 40 y 60 siendo la calidad del agua regular esto es debido a que este punto se encuentra fuera de la influencia urbana y de posibles vertidos.

En la colonia Asentamientos Humanos (punto 6) se obtiene un valor entre 0 y 20 con una pésima calidad del agua debido al crecimiento poblacional de la zona de la periferia, que no cuenta con un servicio de alcantarillado completo, por lo que la población vierte directamente en el cauce.

La colonia Lázaro Cárdenas (punto 5 aguas abajo del 6) presenta un valor entre 20 y 40, que es de mala calidad del agua, pero mejorando con respecto al punto inmediatamente aguas arriba, ya que desemboca una barranca que no se encuentra contaminada y diluye la contaminación.

En los puntos 1, 2 y 3 están ubicados en el cauce del río Huacapa y presenta un valor entre 20 y 40 con una calidad de agua mala debido a los vertidos que se sitúan aguas arriba.

Figura 15. Mapa de resultados del método ISQA



4. Discusión

Los resultados analíticos de NO_3^- , han sido todos bajos, indicando que las prácticas agrícolas y ganaderas no producen contaminación con respecto a este analito. Los valores más altos se acusan en los puntos 4 y 9 con valores de 10,6 y 8,6 mg/L respectivamente y esto puede ser debido a que en el punto 4 hay explotaciones ganaderas cercanas y áreas de agricultura y en el punto 9 es una zona agrícola, que pueden estar aportando el nitrógeno. Esto significa un riesgo en la calidad de vida de las personas adyacentes a estos puntos más afectados y con menor calidad de agua, por el estado de los cauces y el deterioro de los lechos superior e inferior de los ríos, que ahí se tiene asentamientos humanos, sin tomar en cuenta los diferentes focos de contaminación.

Como ya se había menciona la integración de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, adoptada en 2015 por la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas y los Ob-

jetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) menciona un cambio de paradigma en la manera de dar respuesta a los retos en materia de pobreza, inseguridad, marginación, injusticia y representa un plan de acción a favor de las personas, el planeta y la prosperidad (Agenda 2030, 2019).

El cuidado del planeta, del agua, del paradigma al que nos enfrentamos día a día en forma de la pobreza, y la marginación. Tomar en cuenta las necesidades del ser humano, del recurso vital para la vida como lo es el agua, y sobre todo el agua potable, que cada vez es más escasa. Las consecuencias de los cambios climáticos, y el deterioro ambiental al que nos enfrentamos por la falta de conciencia y de preservación de nuestros recursos naturales.

Se debe de conducir hacia la planeación, regulación de los asentamiento humanos para preservar la calidad de vida de las personas más vulnerables, teniendo derecho al goce de áreas salubres para su vida diaria.

La intervección de las políticas públicas para la incorporación de la participación ciudadana, así como el esclarecimiento de las propuestas de planes y programas que intervengan para el mejoramiento de las áreas mas vulnerables y afectadas por la contaminación de las aguas residuales como de los residuos y desechos solidos presenetes en los cauces.

La regulación de los asentamientos humanos así como el ordenamiento territorial para el mejoramiento de las zonas mas afectadas garantizando el derecho a la ciudad y el derecho a una propiedad urbana en buen estado, sin peligro de contaminación ni el peligro a la salud.

Son los principales retos que se deben de preentar como una prioridad en las politicas publicas.

5. Conclusión

La utilización de los diferentes sistemas de información geográfica, como el ArcGIS, facilita la obtención de los datos del área de estudio. La utilización del ArcGIS permite tener una interacción con la dimensión de los ríos, escurrimientos, y barrancas localizadas en Chichihualco, Guerrero.

Para una fácil comprensión de los mapas elaborados, a través del SIG se pueden determinar las áreas más vulnerables, a la contaminación del río Huacapa, introduciendo capas de traza urbana, hidrografía, infraestructuras y calidad del agua.

El índice ISQA es un método válido para clasificar la calidad de las aguas superficiales en el área de estudio, es de fácil obtención y mayormente confiable en los resultados que se obtienen, determinando la calidad del agua de los cauces, para la identificación de las zonas mayormente afectadas por la contaminación de los residuos sólidos y las aguas residuales,

Los resultados obtenidos y representados cartográficamente marcan claramente cuáles son las zonas más afectadas por los vertidos de aguas residuales. Estas zonas son la urbanizadas y con falta de la infraestructura de alcantarillado.

El proceso de investigación seguirá con la selección de los grupos y actores sociales más vulnerables con las afectaciones de la contaminación del cauce, tomando en cuenta los datos del método ISQA de calidad del agua y las zonas mayormente afectados con la obtención de los datos obtenidos, se llevará a cabo la selección de los grupos y actores sociales mayormente afectados por la mala calidad del agua en nuestra área de estudio.

Con esto se hará una evaluación de la intervención de las políticas públicas en el esclarecimiento de la intervención de planes y programas que han intervenido en la propuesta del saneamiento del cauce río Huacapa en Chichihualco Guerrero. Para así hacer la propuesta de integración de la participación ciudadana en el saneamiento de los cauces.

Cabe señalar que este es un artículo se está llevando a cabo para una tesis de nivel doctoral donde aún se están recabando datos que siguen siendo investigados.

Referencias

- Bravo, P. M. (2021). *Plan Municipal de Desarrollo Urbano Leonardo Bravo 2021-2024*. Municipio de Leonardo Bravo.
- CAPACEG. (2020). *Comision del Alcantarillado y Agua Potable del Estado de Guerrero*. Chilpancingo Guerrero.
- Díaz, M. C. (2012). *Evaluación de la Vulnerabilidad y el riesgo de la contaminación del agua subterránea en Yucatan*. Mérida Yucatán.
- Garros Martínez, M.C., y Safar, E. (2020). *Agua segura como derecho humano*. Ediciones Universidad Católica de Salta.
- Gómez-Duarte, O. (2018). Contaminación de agua en países de bajos y medianos recursos es un problema de salud pública global. *Revista de la Facultad de Medicina*, 66(1), 7–8. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v66n1.70775>
- Guananga, N., Mendoza, B., Guananga, F., Bejar, J., Carbonel, C., Escobar Arrieta, S., & Guerrero Rivera, A. (2022). Influence of geomorphology and flow on the water quality of Guano River, Ecuador. *Revista Digital Novasineria*, 5(2), 174-192. <https://doi.org/10.37135/ns.01.10.10>
- Huacuz, R. (2018). *Política de la calidad del aire y participación ciudadana en México*. Académica española.
- Iaracheta, A. (2020). *Otra ciudad es posible*. Friedrich-Ebert-Stiftung.
- INEGI. (2020). *Instituto Nacional de Estadística y Población*.
- ONU. (2020). *Organización de Desarrollo Sostenible*.
- Pacheco Vega, R., y Basurto, F. (2008). Instituciones en el saneamiento de aguas residuales reglas formales e informales en el Consejo de Cuenca Lerma-Chapala. *Revista mexicana de sociología*, 70(1), 87-109

Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, SEDATU. (2020, junio 20). *Programa Sectorial derivado del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024*. <https://n9.cl/szr13>

Zambrano Mero, J. D., Delgado Párraga, A. G., Zambrano Mero, E. T., & Peñaherrera Villafuerte, S. L. (2022). Contaminantes biológicos presentes en fuentes de agua del centro-sur de la provincia de Manabí, Ecuador. *Siembra*, 9(2), e4011. <https://doi.org/10.29166/siembra.v9i2.4011>

AUTORES

Maricarmen Alarcón Alarcón. Doctorante en Arquitectura y Urbanismo por la Universidad Autónoma de Coahuila, Maestra en Administración de la construcción, Licenciada en Arquitectura y Urbanismo, Profesor titular A de la Universidad Autónoma de Guerrero desde el 2018 hasta la fecha, Investigadora territorio y ambiente.

Irene Bustamante Gutiérrez. Grado en Tecnologías para el tratamiento y reutilización del agua, master Univ. En Hidrología y gestión de los recursos hídricos.

Abdel Jaime Guerra Garza. Doctor en Planeación Regional y Urbano, maestro en técnicas ambientales, licenciatura en Arquitectura. Ingeniero en técnicas ambientales del tecnológico de Berlín. Secretario de Desarrollo Urbano del Carmen Nuevo León, Investigador SIN I.

DECLARACIÓN

Conflicto de interés

No tenemos ningún conflicto de interés que declarar.

Financiamiento

Sin ayuda financiera de partes ajenas a este artículo.

Agradecimientos

A los doctores de la facultad de Arquitectura y Urbanismo de Coahuila por todo el apoyo, a los doctores de FAU de Guerrero, a la Dra. Irene Bustamante Gutiérrez del Instituto IMDEA del agua por el gran recibimiento y grandioso trato en mi estancia.

Notas

El artículo no ha sido enviado a otra revista ni publicado previamente.