

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y  
ARTES DE CHIAPAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**ELABORACIÓN DE TEXTO**

**CONSUMO DE AGUA DURANTE LA  
PANDEMIA DE COVID-19**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO AMBIENTAL**

**PRESENTA:  
FRANCISCO ANTONIO SÁNTIZ GÓMEZ**

**DIRECTOR:  
MTRO. ULISES GONZÁLEZ VÁZQUEZ**



TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS

SEPTIEMBRE 2022



# UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

SECRETARÍA GENERAL

DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES

DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN ESCOLAR

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Lugar: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas  
Fecha: 13 de septiembre de 2022

C. Francisco Antonio Sántiz Gómez

Pasante del Programa Educativo de: Ingeniería Ambiental

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:

Consumo de agua durante la pandemia de COVID-19

En la modalidad de: Elaboración de texto

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

### Revisores

Dr. José Manuel Gómez Ramos

Dr. Rubén Alejandro Vázquez Sánchez

Mtro. Ulises González Vázquez

Firmas:

Cop. Expediente

# AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de la carrera, por siempre darme fuerzas de seguir adelante, por la vida y cosas que me ha dado, los amigos, los buenos momentos, y experiencias que tuve a lo largo de mi formación.

A mis padres Francisco y Celestina, por no dejarme solo y siempre preocuparse en sacarme adelante a pesar de todos los obstáculos, gracias por los consejos y llamadas de atención. Gracias por querer lo mejor para mí y mis hermanos.

A mis hermanos, que a pesar de todo siempre están a mi lado.

A mí director Mtro. Ulises González. Sin usted y sus virtudes, su paciencia y constancia este trabajo no lo hubiese logrado tan fácil. Sus consejos fueron siempre útiles cuando no salían de mi pensamiento las ideas para escribir lo que hoy he logrado. Usted formó parte importante de esta historia con sus aportes profesionales que lo caracterizan. Muchas gracias por sus múltiples palabras de aliento, cuando más las necesite; por estar allí cuando mis horas de trabajo se hacían confusas. Gracias por sus orientaciones

A los docentes “Sus palabras fueron sabias, sus conocimientos rigurosos y precisos, a ustedes mis profesores, les debo mis conocimientos. Donde quiera que vaya, los llevaré conmigo en mí transitar profesional. Su semilla de conocimientos, germinó en el alma y el espíritu. Gracias por su paciencia, por compartir sus conocimientos de manera profesional e invaluable, por su dedicación perseverancia y tolerancia”.

# ÍNDICE

II.	JUSTIFICACIÓN.....	7
III.	OBJETIVOS.....	9
	III.1. OBJETIVO GENERAL.....	9
	III.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
IV.	METODOLOGÍA.....	10
V.	DESARROLLO DEL TEXTO.....	13
	V.1. ORIGEN Y CARACTERÍSTICAS DEL COVID-19.....	13
	V.2. SISTEMAS HÍDRICOS ANTE LA PANDEMIA.....	16
	V.3. CONSUMO DE AGUA EN MÉXICO Y EL MUNDO.....	21
	V.3.1. NUEVO LEÓN, MÉXICO.....	22
	V.3.2. ESTADOS UNIDOS DE NORTE AMÉRICA.....	25
	V.3.3. INGLATERRA.....	27
	V.3.4. ALEMANIA.....	29
	V.3.5. BRASIL.....	31
	V.4. COVID-19 EN EL AGUA RESIDUAL.....	34
	V.5. SITUACIÓN DEL AGUA EN CHIAPAS ANTE EL COVID-19.....	38
	V.6. OTROS PROBLEMAS AMBIENTALES.....	41
	V.6.1. CONTAMINACIÓN POR PLÁSTICO.....	41
	V.6.2. CONTAMINACIÓN DEL AIRE.....	42
VI.	CONCLUSIÓN.....	44
VII.	ANEXOS.....	45
VIII.	REFERENCIAS.....	48

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

<b>Gráfica 1.</b> Inversión Proagua.....	17
<b>Gráfica 2.</b> Inversiones respecto a los requerimientos del sector.....	19
<b>Gráfica 3.</b> Tendencia en el consumo de agua en Nuevo León, México.....	23
<b>Gráfica 4.</b> Diferencia de facturación vs. pago en usuarios domésticos en Nuevo León, México.....	24
<b>Gráfica 5.</b> Consumo de agua en EE.UU.....	26
<b>Gráfica 6.</b> Consumo de agua por hogar en Inglaterra .....	28
<b>Gráfica 7.</b> Demanda media en la ciudad de Karlsruhe en cuatro martes consecutivos (marzo 2020).....	29
<b>Gráfica 8.</b> Comparación en el consumo de agua en diferentes sectores en Joinville, Brasil.....	32
<b>Gráfica 9.</b> Concentración de SARS-COV-2 en la planta de tratamiento de aguas residuales de Appleton .....	36
<b>Gráfica 10.</b> Volumen de agua factura por ejercicio en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.....	38
<b>Gráfica 11.</b> Volumen de agua tratada por ejercicio en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas .....	39

## ÍNDICE DE DIAGRAMA

<b>Diagrama 1.</b> Metodología.....	12
-------------------------------------	----

## ÍNDICE DE TABLA

<b>Tabla 1.</b> Estadísticas de consumo de agua (m <sup>3</sup> /día).....	31
--	----

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<b>Imagen 1.</b> El uso de cubrebocas se volvió obligatorio en diferentes países.....	14
<b>Imagen 2.</b> Cartel informativo Coronavirus COVID-19, síntomas.....	15
<b>Imagen 3.</b> Instalan arco sanitario en central de transferencia de León.....	16
<b>Imagen 4.</b> Amenaza escasez de agua potable a hogares urbanos del sur global.....	20
<b>Imagen 5.</b> Estrés hídrico y la zona metropolitana del valle de México.....	21
<b>Imagen 6.</b> México desperdicia hasta el 50% de su agua potable .....	22
<b>Imagen 7.</b> Un correcto lavado de manos evita el derroche de agua .....	25
<b>Imagen 8.</b> Planta de tratamiento de aguas residuales de Poole, Inglaterra.....	27
<b>Imagen 9.</b> Los límites de descarga tradicionales incluyen una hipótesis implícita: que los estándares de nutrientes, oxígeno disuelto, metales pesados y bacterias protegen los valores de los cuerpos de agua receptores .....	34
<b>Imagen 10.</b> El Tec analizará aguas residuales en sus campus para detectar COVID-19 .....	35
<b>Imagen 11.</b> Vigilancia de aguas residuales COVID-19 en Wisconsin .....	37
<b>Imagen 12.</b> Generación y manejo de residuos durante la pandemia del COVID-19 .....	41
<b>Imagen 13.</b> La contaminación del aire, gran aliado del COVID-19 .....	42
<b>Imagen 14.</b> Buscar términos en otros idiomas .....	45
<b>Imagen 15.</b> Elección del tema a investigar e identificar las ideas principales .....	45
<b>Imagen 16.</b> Identificar la fuente pertinente, ejecutar la búsqueda .....	46
<b>Imagen 17.</b> Consultar la información ágilmente.....	46
<b>Imagen 18.</b> Evaluación y análisis de resultados, valoración de contenido .....	47
<b>Imagen 19.</b> Administrar citas, contenido, área de estudio.....	47

## I. INTRODUCCIÓN

A principios de diciembre de 2019, se detectó una neumonía de origen desconocido en la ciudad de Wuhan (China). A raíz de ello, las autoridades sanitarias de China se vieron sorprendidas por una serie de neumonías de origen desconocido que poseía una gran facilidad para su expansión. No se tardó en encontrar cierto paralelismo con las epidemias previas de coronavirus del síndrome respiratorio agudo severo (SARS-CoV) producida en 2003 y del síndrome respiratorio del Medio Oriente (MERS) ocurrida en 2012. Esta nueva epidemia provocaba más fallecimientos, aunque con una menor letalidad. Al virus causante, perteneciente a la familia Coronarividae, se le denominó coronavirus 2 del síndrome respiratorio agudo grave (SARS-CoV-2), y a la enfermedad, COVID-19 [1].

El brote se extendió rápidamente en número de casos y en diferentes regiones de China durante los meses de enero y febrero de 2020. La enfermedad, ahora conocida como COVID-19 (del inglés, Coronavirus disease-2019), continuó propagándose a otros países asiáticos y luego a otros continentes [2].

El 11 de marzo de 2020, la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró la ocurrencia de la pandemia de COVID-19, exhortando a todos los países a tomar medidas y aunar esfuerzos de control en lo que parece ser la mayor emergencia en la salud pública mundial de los tiempos modernos [3].

La pandemia causada por el nuevo coronavirus trajo consigo muchas consecuencias tanto como económicas, sociales, psicológicas y ambientales. Los esfuerzos por frenar la cadena de contagio llevaron a los gobiernos del mundo a optar por estrategias como los son las medidas de higiene personal, limpieza constante del entorno y el confinamiento social, los cuales llevaron a tener diversos problemas con los servicios públicos, pero sobre todo los asociados con el abastecimiento y saneamiento del agua.

La escasez de agua ya era un problema, pero ante la crisis sanitaria del coronavirus se acentúan aún más. Las recomendaciones por la OMS y UNICEF no son fáciles de aplicar para aquellos que no tienen acceso al agua potable para beber, ya que es impensable el que puedan lavarse las manos tantas veces, dejándolos más vulnerable. Y el virus se expande rápidamente [4].

Diversos autores han documentado la desigual distribución del recurso, la falta de acciones para la conservación de los recursos hidrológicos y de los ecosistemas terrestres que los regulan, así como la insuficiencia de monitoreo del agua potable, residual y de la infraestructura asociada. Los problemas mencionados son antiguos, sin embargo, la actual pandemia provocada por el virus SARS-CoV-2 evidenció la necesidad de abordarlos de manera compleja y colectiva para generar planes de conservación de los recursos hídricos, con la intención de prevenir problemas futuros ocasionados por un escenario similar [5].

## II. JUSTIFICACIÓN

La siguiente investigación se hizo con el fin de dar a conocer los problemas que agravó el virus (COVID-19) con el tema del agua, comparar los datos existentes sobre el consumo de agua potable durante el año de confinamiento, recalcar la conservación del vital líquido, sin dejar a un lado la importancia de los sistemas de abastecimiento y saneamiento. Teniendo mejores sistemas hídricos se puede asegurar que todas las personas tengan agua siempre a su disposición.

El deterioro de la calidad del agua es un gran problema que va en aumento, y es considerado uno de los principales problemas ambientales [6].

Los principales efectos que produce el agua contaminada en el medio ambiente son: contaminación microbiológica del agua, con la transmisión hídrica de enfermedades; pérdida de los ecosistemas acuáticos; riesgo de infecciones crónicas en el hombre, asociadas a la contaminación química; pérdida de la capacidad productiva en suelos regados, a causa de procesos de salinización, pérdida de la reserva de proteínas de los peces; pérdida de suelos por erosión. Se puede considerar que casi todos los usos pueden contaminar el recurso y convertirlo en no disponible para otros usos, siendo indispensable un tratamiento [7].

Según Usla [8], la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) estima que durante la contingencia sanitaria del COVID-19, el consumo de agua en algunas ciudades del país se ha incrementado entre un 20 y 50 por ciento. Vale la pena entonces reforzar el llamado al lavado constante de las manos con agua y jabón, pero con conciencia de un uso racional. Se estima que por cada minuto que se deja la llave del agua abierta, ya sea para lavarse las manos o los dientes, se pueden desperdiciar hasta 5 litros de agua, lo cual limita el acceso a este preciado recurso a otras personas.

Existe un vínculo inextricable entre el COVID-19, las aguas residuales y el saneamiento. La pandemia por COVID-19 ha puesto de manifiesto las amenazas y las oportunidades relacionadas con el saneamiento y la gestión de aguas residuales. Muchas personas que viven en condiciones desfavorables carecen de servicios básicos como el acceso a agua limpia y saneamiento básico. Estas prácticas garantizan buenos estándares de higiene y evitan la propagación de bacterias y virus, incluido el del COVID-19 [9].

Es por eso que hace falta hacer énfasis al cuidado del agua en esta nueva normalidad y gestionar correctamente el agua que tenemos disponible, además de dar la importancia que se merecen las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), que sin ellas no tendríamos la certeza de que las aguas que se descargan en los ríos, arroyos, etc. estén libres de virus y bacterias. Saber el consumo de agua de agua es importante con ello podemos tomar conciencia y comenzar a usa solo la necesaria.

### **III. OBJETIVOS**

#### **III.1. OBJETIVO GENERAL**

Elaborar un texto sobre la contaminación del agua en relación a la problemática mundial del virus COVID-19.

#### **III.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diseñar una metodología para obtener información en distintos medios.
- Plantear los efectos del desabastecimiento y contaminación del agua en relación al COVID-19.
- Desarrollar graficas relacionadas con el consumo de agua durante la pandemia.
- Obtener un texto informativo en la relación al gasto del agua y COVID-19.

## IV. METODOLOGÍA

La Universidad Naval (UNINAV) [10], a través de la Dirección de Investigación y Posgrado, dispuso el material didáctico que lleva por nombre “Metodología de la investigación”.

Según el material didáctico, las técnicas de investigación, son acciones para recolectar, procesar y analizar información, será pertinente comenzar por mencionar que son las fuentes de información.

Las fuentes de información proporcionan datos e información sobre hechos, fenómenos, sucesos o conocimientos de un área del conocimiento, de tipo empírico, teórico, cuántico, trascendental, etcétera; pueden ser escritos, sonoros, etc.; públicos o privados.

Según Moncada [11], identificar la literatura relevante, pertinente y confiable de manera eficiente es posible, aún de la gran cantidad de información disponible en internet y en los medios impresos que, aunque parezca obsoleto sigue siendo viable y necesaria, como es el caso de muchos títulos de libros que se siguen publicando sólo en formato impreso, así como revistas, tesis, ensayos, series, etc.

Algunas de las habilidades más importantes a desarrollar para realizar búsqueda de información efectivas son:

1. Formulación efectiva de una pregunta o cuestionamiento.
  - Reconocer la importancia de la información relevante.
  - Organización de las ideas y el conocimiento previo.
2. La evaluación de los recursos de información (utilizando parámetros objetivos).
  - Modificar los hábitos de búsqueda existentes.
  - Identificar, de forma general, las fuentes de información del área.
3. Identificando la fuente pertinente.
  - Incrementando la necesidad de consultar fuentes confiables.
  - Selección puntual de las bases de datos y recursos de información, así como conocer el acceso.
4. Construcción de la búsqueda experta.
  - Conocer profundamente las técnicas de búsqueda aplicables a los sistemas de búsqueda de información.
  - Construir consultas ágilmente, y sus alternativas.

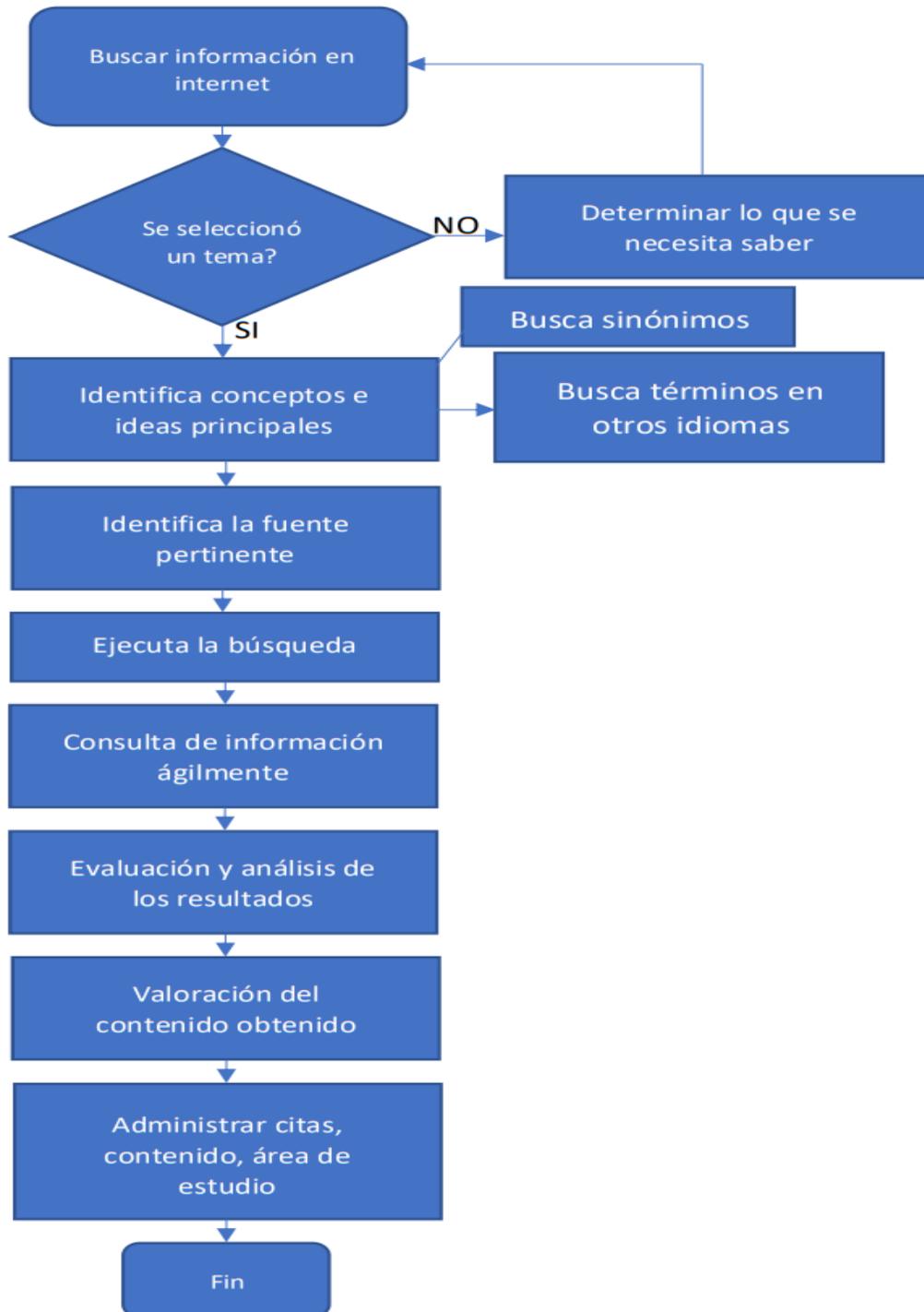
5. Evaluación y análisis de los resultados.
  - Facilitando el aprendizaje activo y autodirigido.
  - Ser capaz de analizar y dirigir el contenido a la necesidad de información.
  - Sistematización de la información para la construcción de nuevo conocimiento como en el caso de las revisiones sistemáticas.
6. Valoración crítica del contenido obtenido.
  - Seleccionar la información pertinente para el proceso de obtención del conocimiento.
  - Evaluación crítica del proceso de búsqueda, refinamiento de la misma y evaluación de los resultados obtenidos.
  - Creando nuevas estrategias si es necesario.
7. Gestión y uso de la información.
  - Uso de herramientas de apoyo para la administración de citas, contenidos, así como actualización del área específica.

La Universidad de Alicante [12], menciona que para elaborar una correcta estrategia de búsqueda tienes que seguir una serie de pasos:

- Escribe una frase que describa lo que quieres buscar.
- Identifica los conceptos o ideas principales y elige los términos que mejor los representen. Elimina conceptos de contenido vago o impreciso, o que resulten poco relevantes o demasiado generales.
- Busca términos alternativos: sinónimos u otros términos relacionados de contenido más amplio o específico. Puedes utilizar diccionarios. No te olvides de los términos en otros idiomas, las variantes gramaticales o las palabras derivadas.
- Si existe la posibilidad, traduce esos términos al lenguaje documental propio del recurso que se está consultando.
- Establece las relaciones entre los términos seleccionados con el lenguaje de interrogación propio del recurso.
- Ejecuta la búsqueda.
- Evalúa los resultados de tu búsqueda y revisa el proceso en función de los resultados.

Tomando en cuenta los anteriores trabajos citados se elaboró un diagrama de flujo para la búsqueda de información para este texto (véase en anexo, imágenes 14-19).

Diagrama 1.. Metodología



Fuente: Elaboración propia

## V. DESARROLLO DEL TEXTO

### V.1. ORIGEN Y CARACTERÍSTICAS DEL COVID-19

El 31 de diciembre de 2019, la Comisión Municipal de Salud y Sanidad de Wuhan (provincia de Hubei, China) informó sobre un grupo de 27 casos de neumonía de etiología desconocida, con una exposición común a un mercado mayorista de marisco, pescado y animales vivos en la ciudad de Wuhan, incluyendo siete casos graves. El inicio de los síntomas del primer caso fue el 8 de diciembre de 2019. El 7 de enero de 2020, las autoridades chinas identificaron como agente causante del brote un nuevo tipo de virus de la familia *Coronaviridae* que posteriormente ha sido denominado SARS-CoV-2, cuya secuencia genética fue compartida por las autoridades chinas el 12 de enero [13].

Este nuevo virus tiene predilección por el árbol respiratorio, una vez que penetra genera una respuesta inmune anormal de tipo inflamatorio con incremento de citoquinas, lo que agrava al paciente y causa daño multiorgánico. Es de la familia de los viejos virus coronavirus, dos de cuyas cepas antiguas causan la gripe común, pero en el 2003 surgió la primera mutación, el SARS que se inició en China, con más de 8 460 pacientes en 27 países y una letalidad de 10% [14].

Según Santos y Salas [15], Los coronavirus pertenecen al orden de los Nidovirales, a la familia *Coronaviridae* y se clasifican según sus características genéticas preponderantes, que se localizan dentro de la poliproteína replicasa ORF1ab (pp1ab). Las características más distintivas de los coronavirus son:

1. El tamaño del genoma de alrededor de 30 000 pares de bases, los coronavirus son los virus de ácido ribonucleico con los genomas más grandes. Esta capacidad de codificación expansiva parece proporcionar y necesitar una gran cantidad de estrategias de expresión génica.
2. Expresión de muchos genes no estructurales por desplazamiento del marco ribosómico.
3. Varias actividades enzimáticas únicas o inusuales codificadas dentro de la gran poliproteína replicasa-transcriptasa.
4. Expresión de genes *downstream* por síntesis de ácido ribonucleico mensajero subgenómico anidado en 3', confiriéndole un gran parecido al ácido ribonucleico mensajero del hospedador.

Se estima que el periodo de incubación del SARS-CoV-2 es de aproximadamente 5-6 días (con una media de 5,5 días y una mediana de 5,2 días) en un rango de 1 a 14 días. El 97,5% de los pacientes desarrollaron síntomas a los 11,5 días, pero existe un pequeño porcentaje de pacientes que pueden tardar más tiempo en mostrar esta sintomatología (se habla de la necesidad de poder ampliar en ciertos casos más graves o críticos la monitorización y cuarentena en más de esos 14 días establecidos) [16].

**Imagen 1.** El uso de cubrebocas se volvió obligatorio en diferentes países



Fuente: Contreras A., 2020.

El centro nacional de vacunación y enfermedades respiratorias [17], señala que los síntomas notificados por personas con COVID-19 varían desde aquellos que presentan síntomas leves hasta quienes se enferman gravemente. Los síntomas pueden aparecer de 2 a 14 días después de la exposición al virus. Cualquiera puede tener síntomas de leves a graves. Las personas con estos síntomas podrían tener COVID-19:

Imagen 2. Cartel informativo Coronavirus COVID-19, síntomas

**CORONAVIRUS  
COVID-19**

**Síntomas**

<b>Congestión nasal</b> 	<b>Fiebre</b> 	<b>Dolor muscular</b> 	<b>Dificultad para respirar</b> 
<b>Dolor de cabeza</b> 	<b>Fatiga</b> 	<b>Dolor de garganta</b> 	<b>Tos</b> 

En **casos más graves**, que generalmente ocurren en **personas de edad avanzada o que padecen alguna otra enfermedad**, la infección también puede causar:

- Neumonía.
- Síndrome respiratorio agudo severo.
- Insuficiencia renal.

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT

Fuente: Universidad Autónoma de Nayarit (UAN), 2020.

## V.2. SISTEMAS HÍDRICOS ANTE LA PANDEMIA

La pandemia de COVID-19 ha traído consigo muchos problemas, a medida que el virus avanza las autoridades toman medidas más estrictas para su combate. Regresar lo más rápido posible a la vida cotidiana es la prioridad, algunas de estas medidas como lo son el lavarse las manos con frecuencia, usar tapetes sanitizantes, arcos sanitizantes y el confinamiento de ser necesario se seguirán usando por un largo tiempo, los cuales implican un consumo considerable de agua.

El director de la Cátedra Unesco-Universidad de las Américas-Puebla, asegura que hay una relación directa entre el uso del agua potable, su distribución y la salud, y en estos días de pandemia el mensaje se ha manifestado con mayor claridad. El asunto es tan delicado que la Comisión Nacional del Agua ha estado solicitándoles a las personas que consuman el agua racionalmente y eliminar servicios no esenciales como el riego de jardines o lavado de autos [18].

La recomendación es lavarnos las manos el mayor número de veces posible, pero cerca del 50% de la población no tiene agua entubada en forma continua. Las autoridades y los organismos operadores hacen su trabajo para tratar de que llegue el agua a la mayor parte de la población mejorando la eficiencia de sus sistemas de distribución, utilizando carros tanque (pipas), reparando fugas [19].

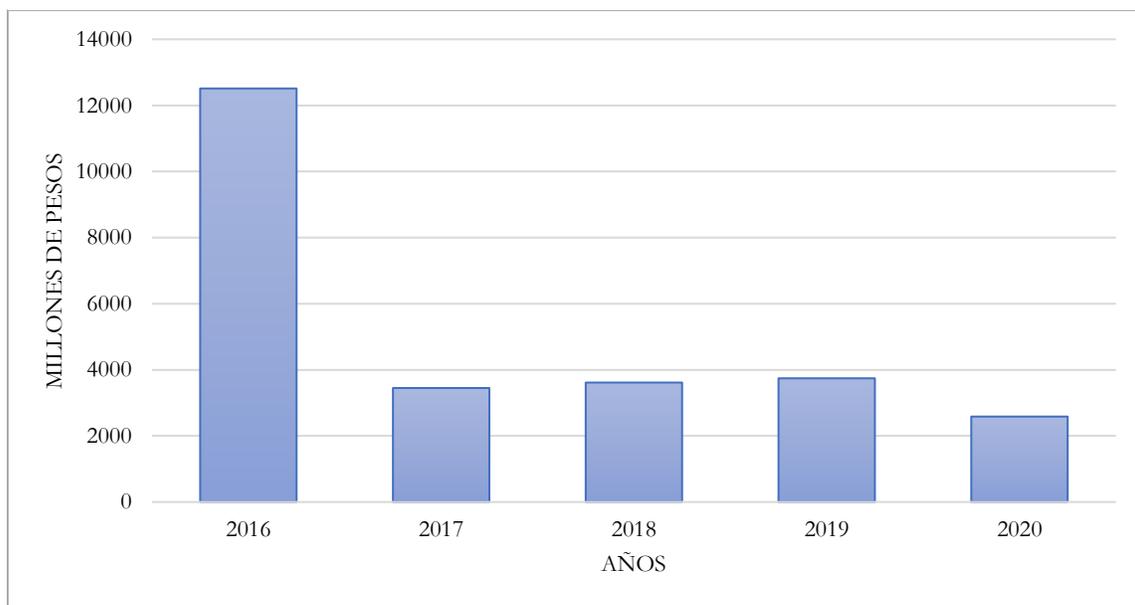
**Imagen 3.** Instalan arco sanitario en central de transferencia de León



Fuente: Noticias pasajero7, 2020.

Según ANEAS [20], en nuestro país existen 3,501 prestadores de servicios de agua y saneamiento, repartidos de la siguiente forma: 672 organismos operadores formales, 1,500 organismos centralizados, y 1,329 comités rurales, ejidales y por usos y costumbres. De acuerdo con la reforma al artículo 115 constitucional del año 1983, la prestación de los servicios de agua corresponde a los municipios; al mismo tiempo, hay 31 comisiones de agua estatales en activo. Antes de la crisis sanitaria por el Covid-19 ya se había presentado una reducción de 45% en el presupuesto de la Conagua con respecto a 2016, en términos nominales. Mientras tanto, las inversiones ejecutadas por esta comisión en el rubro K007, infraestructura de agua potable, alcantarillado y saneamiento, presentan una disminución de 73% en 2020 con respecto a 2018, y en el Proagua, principal programa de apoyo a proveedoras de servicios de agua potable y saneamiento, la reducción ha sido aún más significativa (por encima de 80%) (gráfica 1).

**Gráfica 1.** Inversión Proagua



Fuente: ANTEA, 2020.

El Covid-19 trajo muchos problemas y debido al confinamiento diversas actividades se detuvieron, no solo en el país si no en todo el mundo, debido a esto mucho del dinero destinado a obras publicas tuvo un grave recorte, teniendo a los programas de seguridad social y salud a derechohabientes como el primer lugar en lo que el país invierte según una gráfica en la página de transparencia presupuestaria.

La pandemia no debería de ser excusa para dejar a un lado un sector muy importante como lo es el del agua, en la gráfica 1 podemos observar que desde años atrás se ha dejado de invertir lo cual es muy preocupante, el 2020 tuvo un deceso del 80% de inversión en comparación al 2016, eso significa menos lugares a donde llega el sistema de alcantarillado, distribución de agua y ni hablar del saneamiento que como se mencionó anteriormente una muy pequeña parte de la población cuenta con este servicio en su comunidad.

La gravedad de dichos recortes adquiere mayor claridad si se tienen en cuenta, también en números, las inversiones que el sector requiere. Para 2020, la inversión hecha representa apenas el 9% de lo recomendado (gráfica 2).

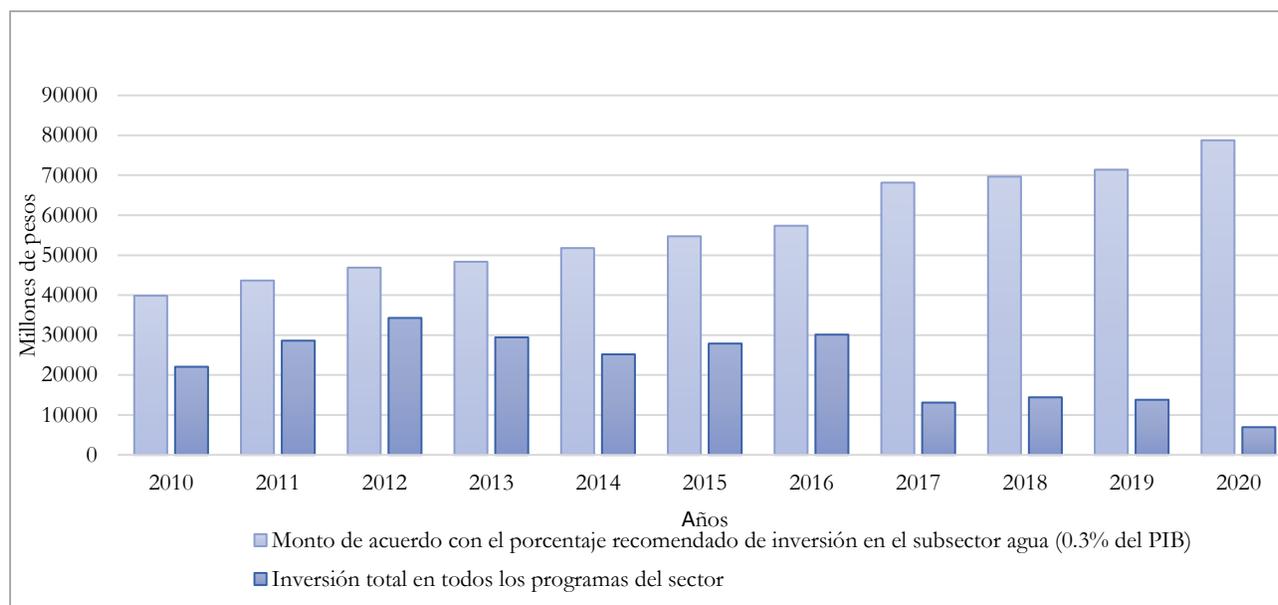
Sin embargo, el presupuesto menguante no era el único reto de los sistemas de agua potable y saneamiento.

Otros más son:

- La rotación de los funcionarios
- La continuidad del servicio
- La atención del saneamiento
- El incremento de eficiencias
- La falta de regulación en el servicio
- La politización del sector
- El mantenimiento y reposición de la infraestructura
- El financiamiento
- La incorporación de nuevas fuentes de abastecimiento

Es decir, la pandemia vino a agravar los problemas ya existentes en el los sistemas hídricos del país.

**Gráfica 2.** Inversiones respecto a los requerimientos del sector



Fuente: ANTEA, 2020.

¿Cómo se podrá afrontar una pandemia con tantos problemas? En la gráfica 2 tenemos una comparación de la inversión recomendada y por otro lado el recurso asignado al sector del agua, como el autor señala un pequeño porcentaje es lo que en 2020 fue destinado, el año de la pandemia debió haber sido en el que más importancia se le debió de dar al agua debido a todas las recomendaciones que emitió la secretaria de salud.

Todo esto representa un gran reto para las instituciones encargadas en suministra el vital líquido, ya que no solo deben de lidiar con la falta de presupuesto, sino con los problemas que se vienen arrastrando de administraciones pasadas y con muchos más que se presentan día a día. Los ciudadanos podemos ayudar priorizando el cuidado del agua.

La pandemia solo agravó los problemas existentes y puso en evidencia la gran falta de inversión para que todas las personas cuenten con los servicios relacionados al sector hídrico.

La falta de acceso a servicios e infraestructuras de saneamiento básico afecta significativamente la salud de la comunidad. En todo el mundo, el 62% de los lodos fecales y el alcantarillado no se gestiona adecuadamente. Además, el acceso inadecuado a las instalaciones sanitarias en el entorno de vida indica que las personas no son autosuficientes para aislarse durante la pandemia de COVID-19 [21].

Una sólida infraestructura de servicios WASH (water, sanitation & hygiene) (agua, saneamiento e higiene) en el centro de tratamiento de COVID-19 es importante para el manejo eficaz de los casos de COVID-19 [22].

**Imagen 4.** Amenaza escasez de agua potable a hogares urbanos del sur global



Fuente: WRI México, 2019.

### V.3. CONSUMO DE AGUA EN MÉXICO Y EL MUNDO

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), una persona requiere de 100 litros de agua al día (5 o 6 cubetas grandes) para satisfacer sus necesidades, tanto de consumo como de higiene [23].

Para centralizarnos en una región específica, tomaremos las estadísticas del Sistema de Aguas de la Ciudad de México, ¿sabías que esta parte del país tiene uno de los consumos más elevados del mundo? En esta ciudad, se estiman dotaciones de hasta 360 litros por habitante al día, es decir, en promedio, una familia capitalina de cuatro personas, gasta diariamente unos mil 920 litros [24].

**Imagen 5.** Estrés hídrico y la zona metropolitana del valle de México



Fuente: López R., 2017.

Conforme a lo dicho por el fondo para la comunicación y la educación ambiental, A.C. [25], el consumo real de agua por persona varía debido a diversos factores, entre los que destacan: el clima de la región donde se habita; el nivel socioeconómico de la persona y sus costumbres; la disponibilidad de agua en la zona y las dificultades para acceder a ella; la actividad económica a que se dedica la población; el nivel de cultura del agua de la persona, etc.

### V.3.1. NUEVO LEÓN, MÉXICO

**Imagen 6.** México desperdicia hasta el 50% de su agua potable



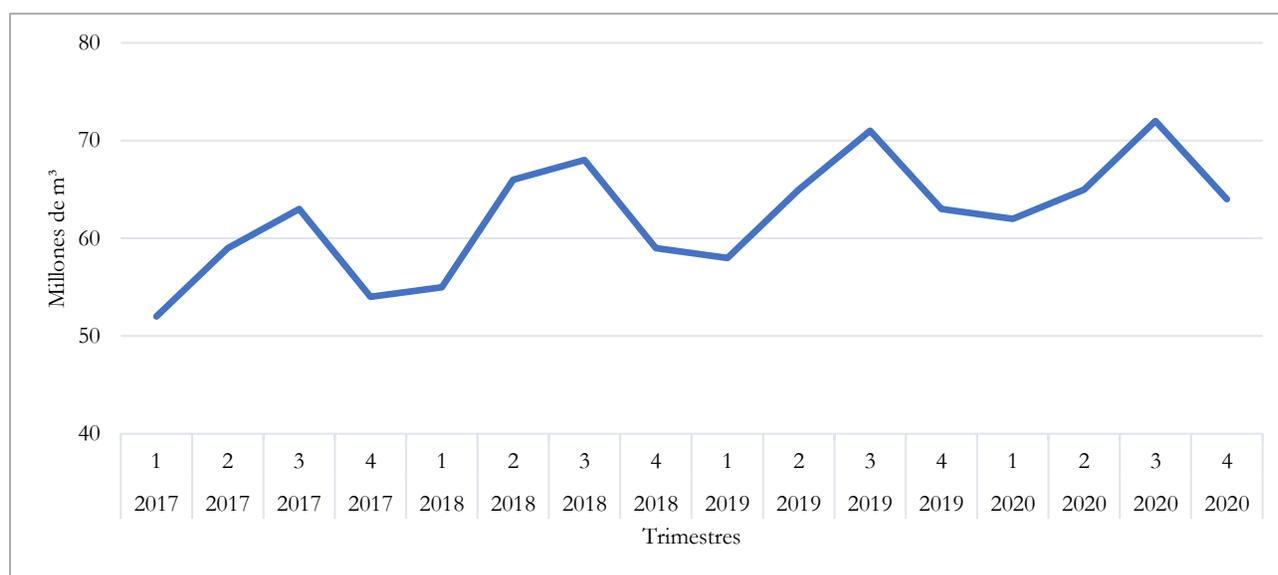
Fuente: La razón online, 2019.

Un estudio realizado en Nuevo León, México, indicó que el consumo de agua en 2020 aumentó en esa ciudad un 2.8% respecto al año anterior (gráfica 3).

De acuerdo con el Plan Hídrico de Nuevo León, el peor escenario para el consumo doméstico en el 2020 se calculó a 259 millones de metros cúbicos, incluyendo un 40% de agua no contabilizada (perdida por fugas, tomas clandestinas, conexiones directas y errores de medición).

En la gráfica 4, se presenta una revisión mensual de la diferencia entre facturación y pago de 2019 y 2020. Se observa un aumento drástico después del primer trimestre del 2020. Conforme avanzan los meses, tiende a estabilizarse relativamente respecto al año anterior, en función con la reapertura de negocios y la lenta recuperación económica. Para noviembre y diciembre, la baja ocurre debido al incremento presupuestal de los usuarios, producto de aguinaldos y otros incentivos [26]

**Gráfica 3.** Tendencia en el consumo de agua en Nuevo León, México



Fuente: Delgado E., 2021.

En los primeros meses del 2022, algunas cadenas de noticias del estado informaban la falta de agua en las importantes fuentes de abastecimiento del estado de Nuevo León, como lo son la presa de la Boca, José López Portillo y el Cuchillo.

Sí, es verdad que lo que está pasando en el estado tiene una explicación relacionada al cambio climático y la propensión de la región a sufrir sequías. También es cierto el importante crecimiento de la población, que pasó de 2.7 millones de personas en 1990, a más del doble: 5.3 millones en 2020, y el desarrollo urbano desordenado de la Zona Metropolitana de Monterrey (ZMM), como lo expuso el gobierno federal [27].

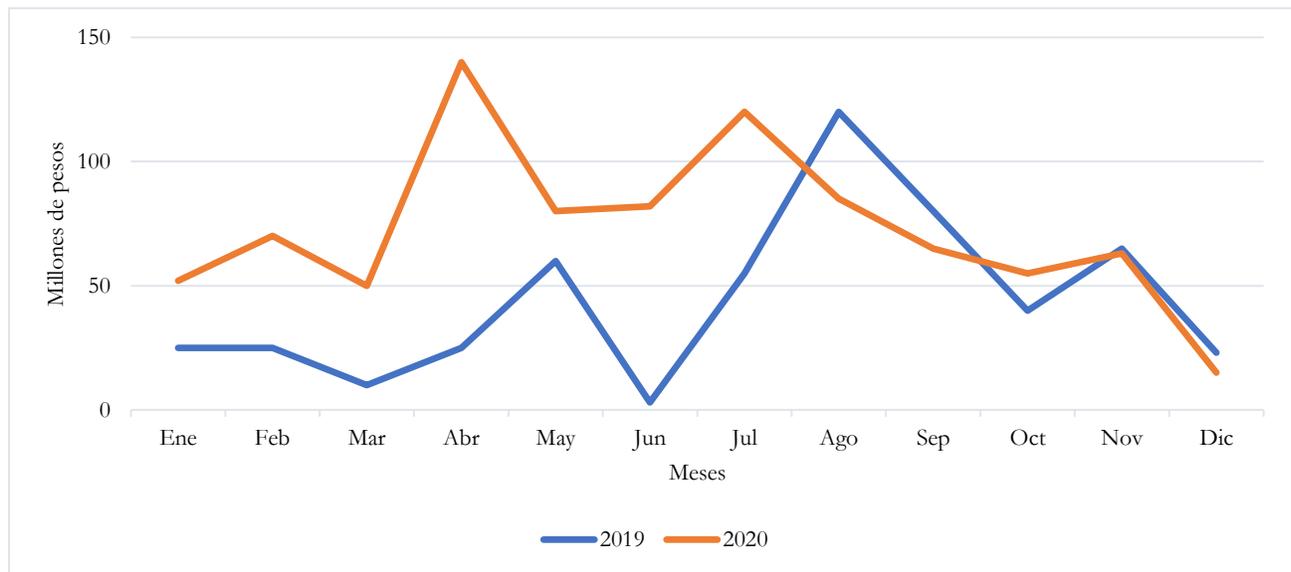
Nuevo León es uno de los estados en donde más agua se consume en todo el país, el cambio climático, la falta de infraestructura, mantenimiento y políticas para regular el consumo de las grandes empresas, han causado un desabasto muy grande en lo que va el 2022.

En la gráfica 3 podemos analizar la tendencia de consumo de agua en Nuevo León, comparando los trimestres 2 y 3 del 2020, donde dio inicio la cuarentena podemos notar que no fue un incremento notorio, según el autor en el segundo trimestre del 2020 y del 2019 el consumo de agua fue similar.

En Nuevo León, el 68% del estado presenta clima seco y semiseco el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) [28], por lo que podemos deducir que los picos altos de años anteriores y que se presentan en la gráfica se deben a que el consumo de agua es mayor, sobre todo porque los trimestres 2 y 3 son en la temporada en que hace más calor en el país.

En la gráfica 4 podemos observar que en los meses donde el gobierno implementó el llamado “quédate en casa” incremento significativamente el cobro por el servicio, el año anterior.

**Gráfica 4.** Diferencia de facturación vs. pago en usuarios domésticos en Nuevo León, México



Fuente: Delgado E., 2021.

Este aumento drástico tiene una explicación, de acuerdo con Albaladejo [29], el confinamiento ha ocasionado cambios en los usos y costumbres de la población, como ha sido en la hora de levantarse y de acostarse, en la hora de comer, e incluso en la hora de ir al aseo y ducharse.

El autor de la investigación señala que en los últimos meses del 2020 el pago del servicio se estabilizó gracias al incremento al salario de los contribuyentes, y claro a la reapertura de los negocios y a la recuperación económica. Como recordamos durante la pandemia muchas de las actividades fueron detenidas y parte de la población sufrió un recorte salarial que, hasta después del confinamiento se regularizó.

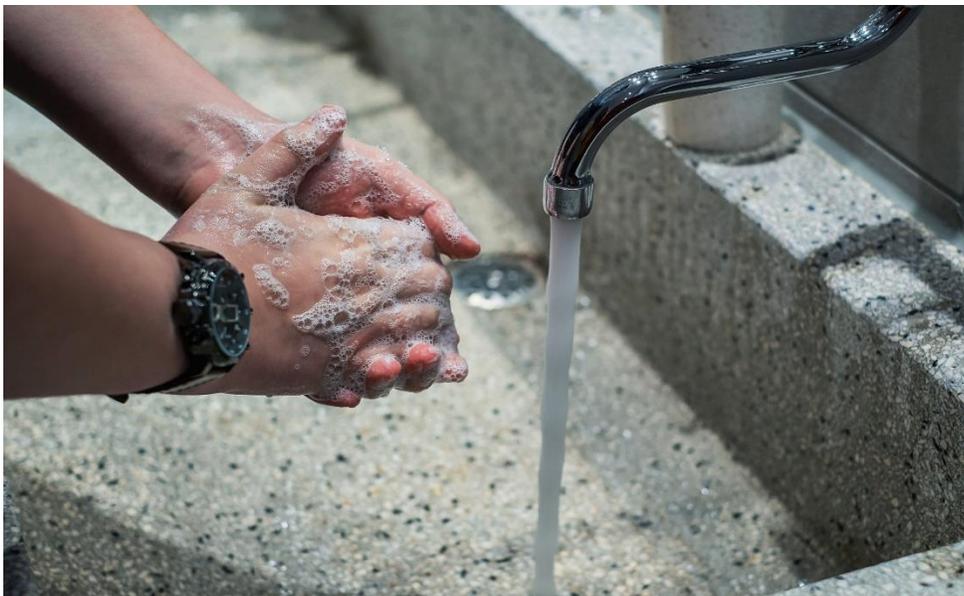
### V.3.2. ESTADOS UNIDOS DE NORTE AMÉRICA

Por otro lado, según Phyn [30], en EE. UU., desde que comenzó la pandemia, los hogares unifamiliares que se ha medido han aumentado su consumo diario de agua en un promedio de 21%, o 24,3 galones (919.8 litros) por día, en comparación de febrero a abril. Si cada uno de los 95 millones de hogares unifamiliares en la nación sigue esta tendencia, eso significa que se consumen casi 2.5 mil millones de galones adicionales de agua, todos los días, en los EE. UU.

Como primer epicentro de la pandemia, el estado de Nueva York ha experimentado el aumento más significativo en el consumo diario de agua, con los residentes que utilizan un 28% más de agua en casa a diario. Los aumentos en el consumo diario de agua (gráfica 5) para algunos otros estados clave de febrero a abril incluyen:

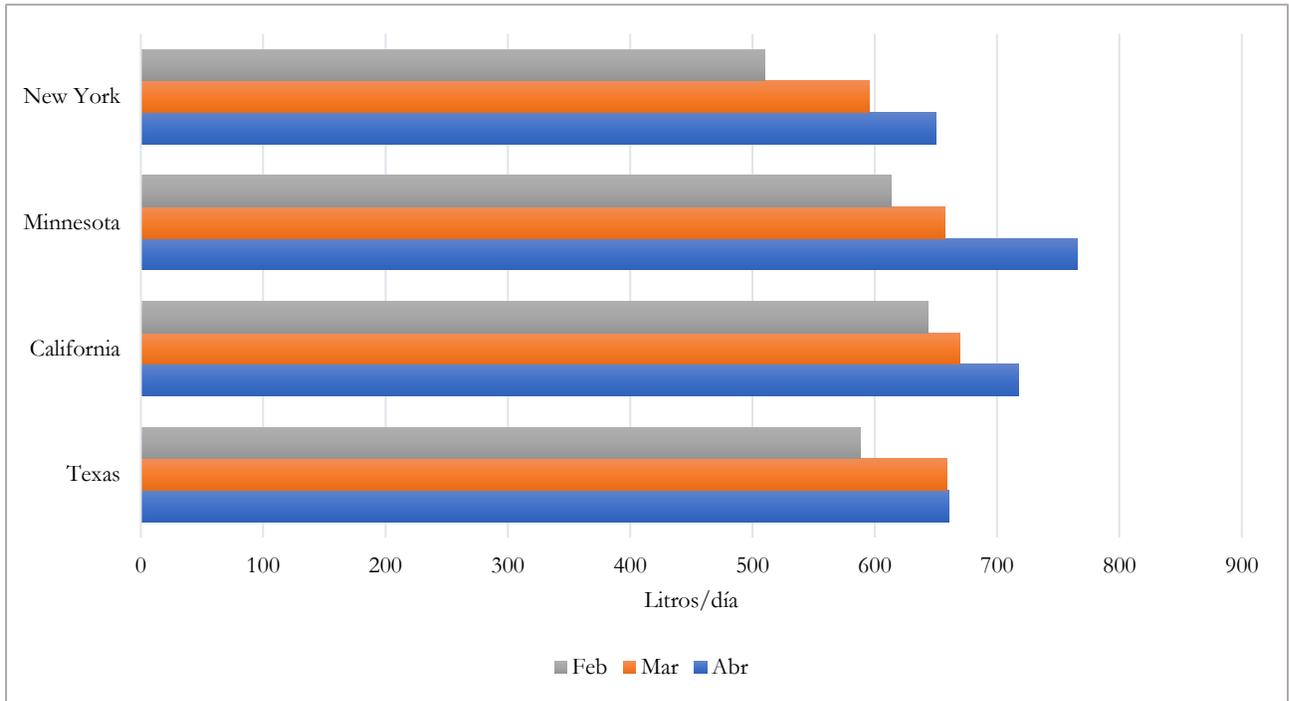
- Nueva York: 28% (30,9 galones) (1169.6 litros)
- Minnesota: 25% (33,5 galones) (1268.1 litros)
- California: 11,5% (16,3 galones) (617 litros)
- Texas - 12% (16 galones) (60.5 litros)

**Imagen 7.** Un correcto lavado de manos evita el derroche de agua



Fuente: Ecolab., 2020.

**Gráfica 5.** Consumo de agua en EE.UU.



Fuente: Phyn., 2020.

Los estados que abarcó el estudio tuvieron un incremento en el mes de abril, según el reporte en estados unidos se consumen 9.4 mil millones de litros de agua todos los días.

El consumo de agua en cada región fue diferente, el estado en donde más agua se consumió durante la llamada cuarentena fue Minnesota llegando a consumir unos 765 litros al día, de acuerdo a la agencia de protección ambiental de estados unidos (EPA) [31], en estados unidos gozan de uno de los mejores suministros de agua potable en el mundo, a pesar de eso casi un 10% de la población, unos 30 millones de personas, no tiene acceso a agua que cumpla los estándares básicos que la hacen apta para la salud.

### V.3.3. INGLATERRA

De acuerdo con Abu-Bakar *et al* [32], la demanda de agua de los hogares en Inglaterra ya está en su punto más alto, constituyendo el 55% de la huella de consumo de agua total de los hogares del Reino Unido de 32 Gigametros cúbicos por año ( $Gm^3/$  año), y el sureste de Inglaterra tiene el consumo per cápita más alto y ya se ha declarado con grave estrés hídrico. Los impactos del tiempo prolongado que las personas permanecieron en casa bajo el bloqueo y los consiguientes cambios en el comportamiento derivados de esto han sido un aumento en la demanda de agua doméstica, exacerbando la presión existente sobre el suministro de agua de la red.

**Imagen 8.** Planta de tratamiento de aguas residuales de Poole, Inglaterra



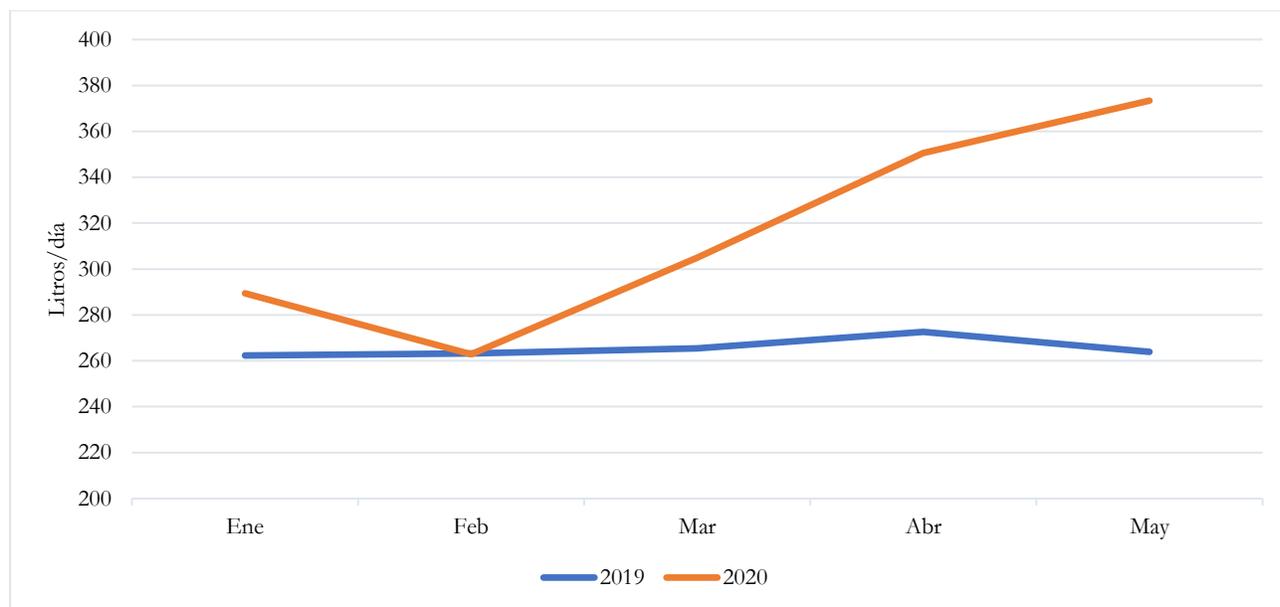
Fuente: Pérez S., 2017.

El análisis (gráfica 6), reveló un consumo promedio de 3256 metros cúbicos por día ( $m^3/d$ ) para los 11,528 hogares en la red para el período anterior al cierre del COVID-19, lo que equivale a un consumo por hogar de 284 litros por día ( $l/h/d$ ), según la media del Reino Unido.

El consumo se mantuvo estable entre la primera semana de enero y la primera semana de febrero con un promedio de  $350 m^3 / d$  ( $291 l / h / d$ ), seguido de una disminución del 20% en la semana 2-3 de febrero, antes de volver a los valores promedio en la semana 4 de febrero a la semana 3 de marzo. Se registró un

fuerte aumento en la semana 4 de marzo (M4), la semana del encierro del COVID-19, a 3756 m<sup>3</sup>/ d (326 l/h/ d), un aumento del 10% con respecto a la semana anterior, alcanzando 4747 m<sup>3</sup> /d (411 l /h /d) en la semana 4 de mayo (MY4), un 46% por encima del prebloqueo promedio.

**Gráfica 6.** Consumo de agua por hogar en Inglaterra



Fuente: Abu-Bakar H., Williams L., Hallet S., 2021.

La gráfica 6 se compara el consumo de agua del 2019 y 2020, sobre todo se enfoca en los meses en los cuales dio iniciaba la pandemia, se observar una tendencia de consumo que fue al alta dando como resultado mayo el mes donde más agua consumió la población de ese lugar.

Ese fue el resultado de la cuarentena, ya que la población al estar confinada en sus hogares cambió sus hábitos, el estudio señala que el 55% del agua que se consume en aquel país se origina en los hogares.

A pesar de ser un país muy lluvioso tiene serios problemas con el abastecimiento, como lo señala Novo [33], en su reportaje comenta que el cambio climático deja su impacto: inviernos más lluviosos y veranos más secos de lo previsto. Las sequías, más frecuentes e intensas, traerán estrés hídrico e incluso escasez de agua. A la vez que el cambio climático merma la disponibilidad de agua, aumentará la demanda debido al crecimiento de la población. Se prevé un incremento de la población del Reino Unido de 12 millones en 2050.

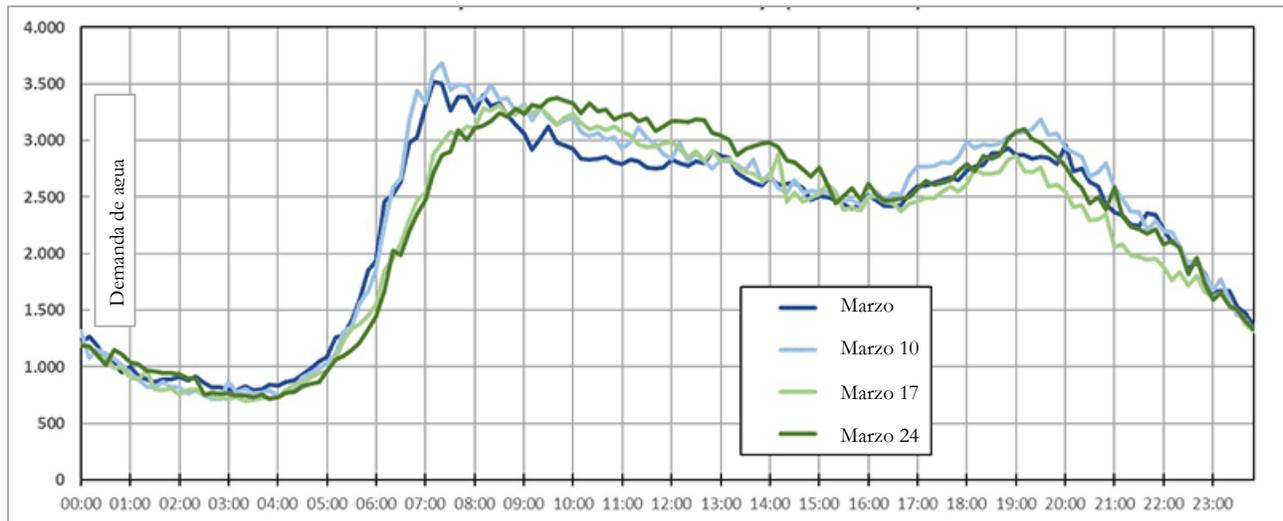
### V.3.4. ALEMANIA

Aqua Tech [34], realizó un análisis reciente sobre los cambios en los patrones de consumo de agua en la ciudad de Karlsruhe, Alemania. Esto mostró cómo los cambios sociales relacionados con Covid-19 están impactando directamente cuándo y cuánta agua consumen las personas.

Al comparar cuatro martes consecutivos durante marzo, mostrando antes y después de que se implementaran las medidas de cierre, se pueden observar variaciones en el consumo de agua (gráfica 7).

Se observa un cambio en el comportamiento de consumo antes de las medidas de contención y después del cierre escolar y restricciones sociales.

**Gráfica 7.** Demanda media en la ciudad de Karlsruhe en cuatro martes consecutivos (marzo 2020)



Fuente: Aqua Tech., 2020.

En la gráfica 7, podemos notar que el consumo de agua tiene un patrón idéntico los 4 días. Si nos damos cuenta las horas en donde se consume más agua van de las 7:00 a las 20:00 hrs, el pico más alto prevaleció entre 7:00 y 8:00 hrs, esto porqué como ya lo dijimos la población de todo el mundo cambio sus hábitos, durante el transcurso del día.

El estudio realizado por Aqua Tech nos proporciona un panorama más amplio al hablar de consumo de agua, la empresa realizó el estudio en una ciudad de Alemania, Karlsruhe para ser exactos, compararon 4 martes del mes de marzo de 2020, este mes fue en el que comenzaron las restricciones para no salir de casa en ese país, la gráfica que presentan en su investigación es muy detallada otorgando datos las 24 horas del día.

Alemania es uno de los países más comprometido con el medio ambiente y como señala la página deutschland.de [35], en Alemania, el 96 por ciento de las aguas residuales domésticas y de organismos públicos es redirigida hacia plantas depuradoras. En ningún otro país europeo es depurada tanta agua residual.

### V.3.5. BRASIL

KALBUSCH *et al* [36], realizó la evaluación del impacto de las acciones de prevención de la propagación del coronavirus (COVID-19) en el consumo diario de agua urbana. Se analizaron los datos de consumo de agua en los períodos antes y después del decreto gubernamental de distanciamiento social en el estado de Santa Catarina. El número de casos de COVID-19 y las acciones tomadas en Joinville, Sur de Brasil.

Se presentan estadísticas descriptivas de muestra (tabla 1), dividido por categoría de consumidor (residencial, comercial, industrial y público). Los datos de consumo de agua se presentan en dos períodos, antes y después de la implementación de las acciones de prevención de la propagación del COVID-19.

**Tabla 1.** Estadísticas de consumo de agua (m<sup>3</sup>/día)

Categoría	Antes	Después
	(Feb-21 Mar-17)	(Mar-18 Abr-12)
<b>Comercial</b>		
Media $\pm$ Desviación Estándar (DE)	2089.0 $\pm$ 340.0	1209.0 $\pm$ 356.0
Mediana	2062	1174
Rango intercuartil	297	612
<b>Industrial</b>		
Media $\pm$ DE	3657.0 $\pm$ 1152.0	1712.0 $\pm$ 1055.0
Mediana	3772	1350
Rango intercuartil	1321	1438
<b>Público</b>		
Media $\pm$ DE	1073.0 $\pm$ 265.6	754.0 $\pm$ 269.2
Mediana	1117	791
Rango intercuartil	399	318
<b>Residencial</b>		
Media $\pm$ DE	8145.0 $\pm$ 1030.7	9046.5 $\pm$ 811.7
Mediana	8015.1	8785.4
Rango intercuartil	1600	1371.8
<b>En general</b>		
Media $\pm$ DE	14861.3 $\pm$ 2271.3	12681.5 $\pm$ 3245.8
Mediana	14984.4	12269.8
Rango intercuartil	2574.1	3245.2

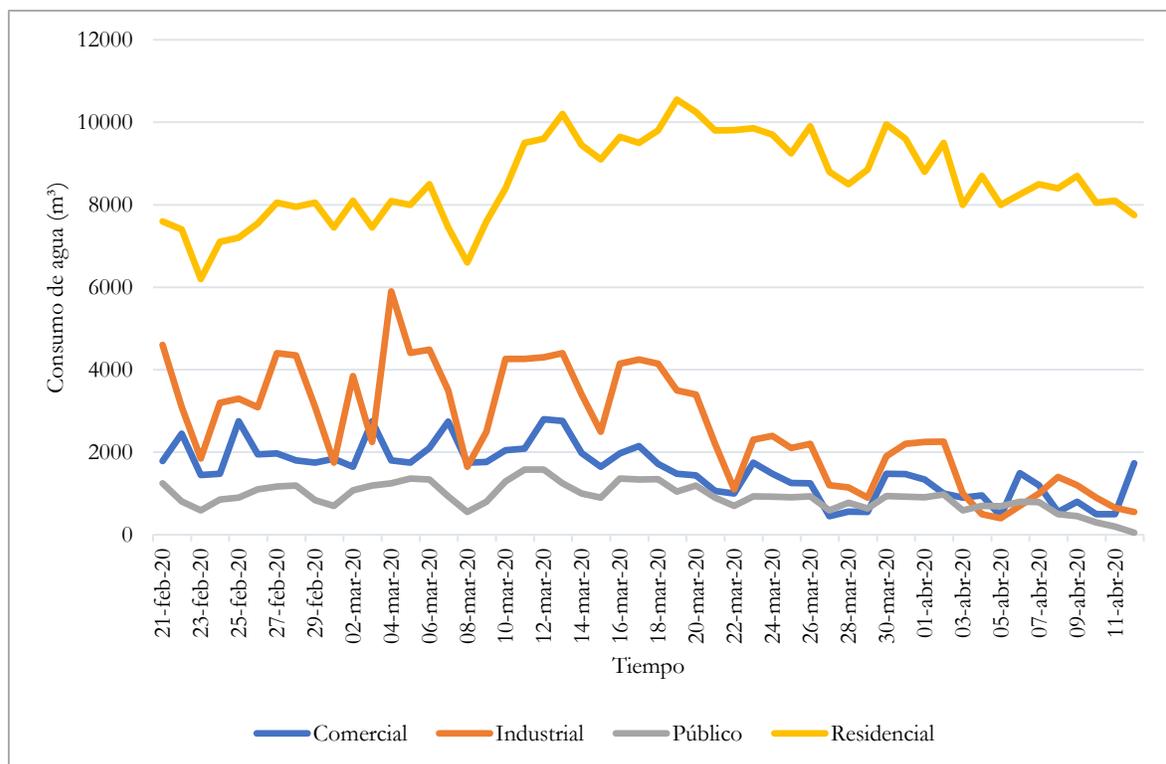
Fuente: Kalbusch A., Henning E., Brikalski M., Vieira de Luca F., Konrath A., 2020.

El autor señala que el análisis fue realizado con base al consumo diario de agua de cada categoría.

El consumo de agua en el sector residencial tuvo un ligero incremento de consumo según lo que el autor menciona en su artículo, mientras que en los demás sectores se tuvo un deceso considerable y lo podemos notar en la mediana, esto por la cuarentena implementada en aquel país.

El consumo de agua industrial tuvo la reducción más fuerte, considerando la variación porcentual del consumo medio de agua (53% del primer al segundo período). El efecto contrario se produjo en el consumo de agua residencial, lo que resultó en un aumento del 11% (gráfica 8) (véase en anexos) muestra los gráficos que muestran las series de consumo de agua en las categorías residencial, comercial, público e industrial. El consumo residencial comienza a aumentar incluso antes de que comience el período de cuarentena. Sin embargo, todas las categorías parecen verse afectadas por las medidas implementadas para restringir la propagación de la pandemia.

**Gráfica 8.** Comparación en el consumo de agua en diferentes sectores en Joinville, Brasil



Fuente: Por Kalbusch A., Henning E., Brikalski M., Vieira de Luca F., Konrath A., 2020.

La evaluación realizada es muy completa nos presentan cuatro diferentes sectores de consumo de agua, en la gráfica 8 podemos observar que tomó el comercio, industria, público y residencial. Los datos de consumo de agua residencial se refieren a casas, edificios de departamentos y condominios. La categoría comercial considera la suma del consumo de agua en centros comerciales, tiendas, restaurantes, hoteles, tiendas de abarrotes y otros proveedores de servicios. La categoría industrial incluye fábricas y parques industriales. El consumo de agua en la categoría pública incluye escuelas, hospitales y otras instalaciones gubernamentales.

Durante el confinamiento se detuvieron muchas de las actividades laborales dando por resultado que en diferentes sectores disminuyó el gasto de agua, con casi todas las personas en sus casas era de esperarse que el consumo se elevara de manera significativa y preocupante.

El agua es fundamental para la prevención de enfermedades. En medio de una pandemia, como el Covid-19, el agua cobra una gran importancia, porque hasta hoy las únicas formas de combatir la pandemia son el aislamiento y el lavado de las manos [37].

#### V.4. COVID-19 EN EL AGUA RESIDUAL

El SARS-CoV-2 ha sido detectado en diferentes países, siendo el primero Holanda. También ha sido hallado en Australia, Estados Unidos, Francia e Italia, en aguas residuales crudas (sin tratar) provenientes tanto de áreas de alta circulación como de baja circulación del virus. Con el auxilio de técnicas moleculares se ha detectado en aguas crudas una concentración de hasta  $10^6$  copias por litro. Mientras que en aguas residuales tratadas la cifra ha sido de  $10^5$  copias por litro [38].

En México, la situación es la siguiente: A nivel nacional se cuenta con mil 941 plantas de tratamiento de aguas residuales del sector privado y paraestatal, las cuales tienen una capacidad instalada de 159 mil 90 litros por segundo (l/s); mientras que el caudal en operación es de 107 mil 706 (l/s). De las entidades con las mayores cifras registradas, en número, capacidad y caudal en operación, se encuentran Sinaloa con 249 plantas; esta entidad se caracteriza por su alta contribución a la agricultura. Le sigue Jalisco con 150 y el Estado de México con 112 plantas.

**Imagen 9.** Los límites de descarga tradicionales incluyen una hipótesis implícita: que los estándares de nutrientes, oxígeno disuelto, metales pesados y bacterias protegen los valores de los cuerpos de agua receptores



Fuente: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2021.

La situación empeora ya que si se toman en cuenta las unidades económicas productoras de bienes y servicios que realizan actividades como personas físicas y sociedades constituidas como empresas (incluidas aquellas con participación estatal), de un total de 34 mil 723 unidades registradas en el país, 89.7% no aplican algún tratamiento a las aguas que se generan en sus actividades. Del restante 10.3% que sí aplica tratamiento a sus aguas residuales, mil 203 establecimientos la reutilizan en jardinería y limpieza, 981 la ocupan en su proceso de producción, 239 en sus sistemas de enfriamiento y 80 unidades o establecimientos no reportaron un uso específico. Así las cosas, el Inegi recordó que se realizan estudios de zonas hidrogeológicas (aguas subterráneas) y cuencas hidrográficas (aguas superficiales) en cuanto a su tamaño, ubicación, fisiografía, clima, uso del suelo, vegetación y química del agua [39].

**Imagen 10.** El Tec analizará aguas residuales en sus campus para detectar COVID-19



Fuente: Valle M., 2020.

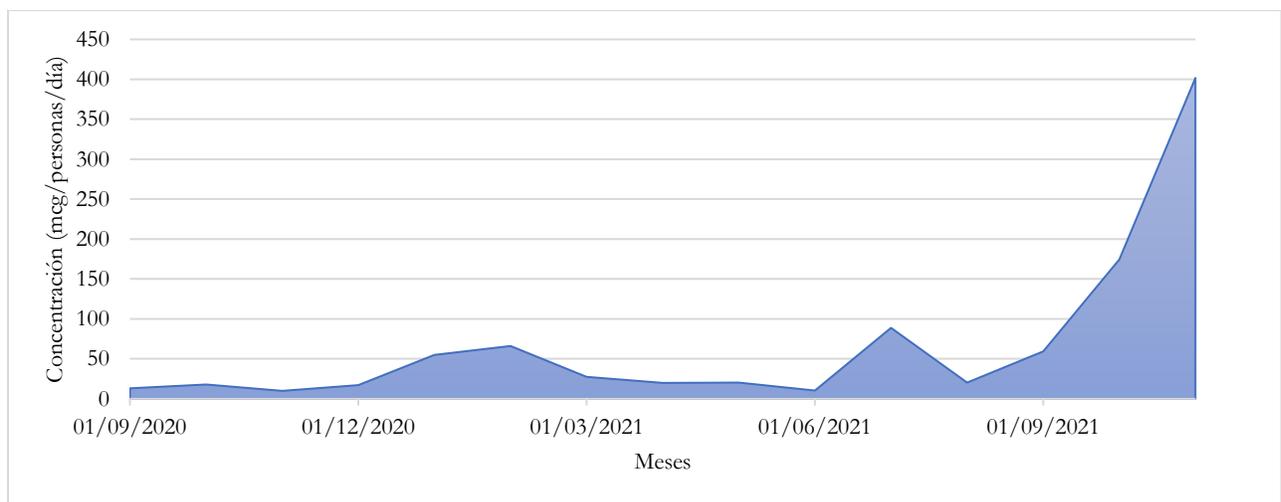
La presencia del SARS-CoV-2 en este medio, tiene un comportamiento específico. El virus puede replicarse en el tracto entérico de las personas, de este modo, puede ser desechado en las heces de los pacientes y descargado a las aguas residuales de sanitarios domésticos o de hospitales. La detección del virus en agua residual se hace por métodos moleculares. Dado que sólo se requieren mil partículas virales para iniciar una infección, subraya, es importante determinar si el agua residual puede contener esta dosis de infección. Debido a esto, es importante la evaluación de los cambios temporales en la carga viral en el sistema de drenaje [40].

El departamento de servicios de salud de Wisconsin [41], monitorea las aguas residuales de Wisconsin constantemente, para la detección temprana de COVID-19. Para las personas con COVID-19, el virus se puede detectar en sus heces poco después de infectarse con el virus, incluso antes de que experimenten síntomas o si están infectados pero asintomáticos. El estudio realizado (gráfica 9) recolecta muestras en las cuencas de alcantarillado de todo el estado, el objetivo es cubrir el 60% de los residentes del estado antes mencionado.

El monitoreo de aguas residuales puede:

- Servir como una alerta temprana de COVID-19 en las comunidades.
- Proporciona información que pueda ayudar a las comunidades locales a intervenir más rápidamente con estrategias de mitigación para frenar la propagación de enfermedades.
- Ayude a las comunidades a ver qué tan bien están funcionando las medidas de protección (por ejemplo: cuarentena, cubiertas faciales, limitaciones comerciales).

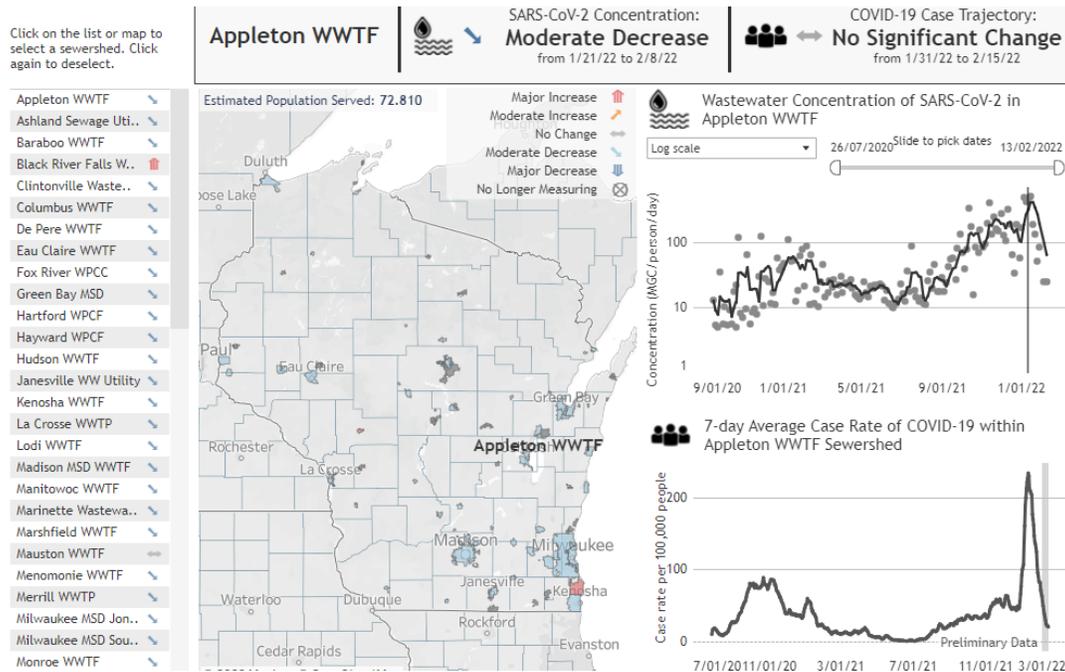
**Gráfica 9.** Concentración de SARS-COV-2 en la planta de tratamiento de aguas residuales de Appleton



Fuente: Wisconsin department of health services, 2021.

De acuerdo a la ONU [42], los sistemas eficaces de gestión de aguas residuales son vitales para preservar la salud humana. Con motivo del Día Mundial de la Salud, recordamos la importancia de aumentar el acceso a los sistemas de saneamiento seguros.

**Imagen 11.** Vigilancia de aguas residuales COVID-19 en Wisconsin



Fuente: Departamento de servicios de salud de Wisconsin, 2021.

A nivel mundial, el agua contaminada plantea riesgos significativos de diarrea, infecciones y malnutrición, que ocasionan 1.7 millones de muertes al año, la mitad de ellas en niños. 90% de estos fallecimientos ocurre en países en desarrollo y principalmente a causa de la ingestión de patógenos fecales de humanos o animales.

El departamento de servicios de salud de Wisconsin realiza análisis de las aguas todos los días desde el inicio de la pandemia, notaron un incremento en la concentración de sars-cov-2 durante la llamada primera ola de contagio que sufrió la unión americana, como se lo señala Pérez [40], “el SARS-CoV-2 puede encontrarse como virus activo o en forma no infecciosa y discriminarse una u otra. En el agua residual, el virus está expuesto a diversos factores que afectan su prevalencia en el medio: la temperatura, el contenido de materia orgánica, la presencia de microorganismos, entre otros, considerándose como los principales”.

Aun no se ha dado a conocer ningún caso de contagio de COVID-19 a través de aguas residuales, sin embargo, los trabajadores de este sector son los que están más expuestos.

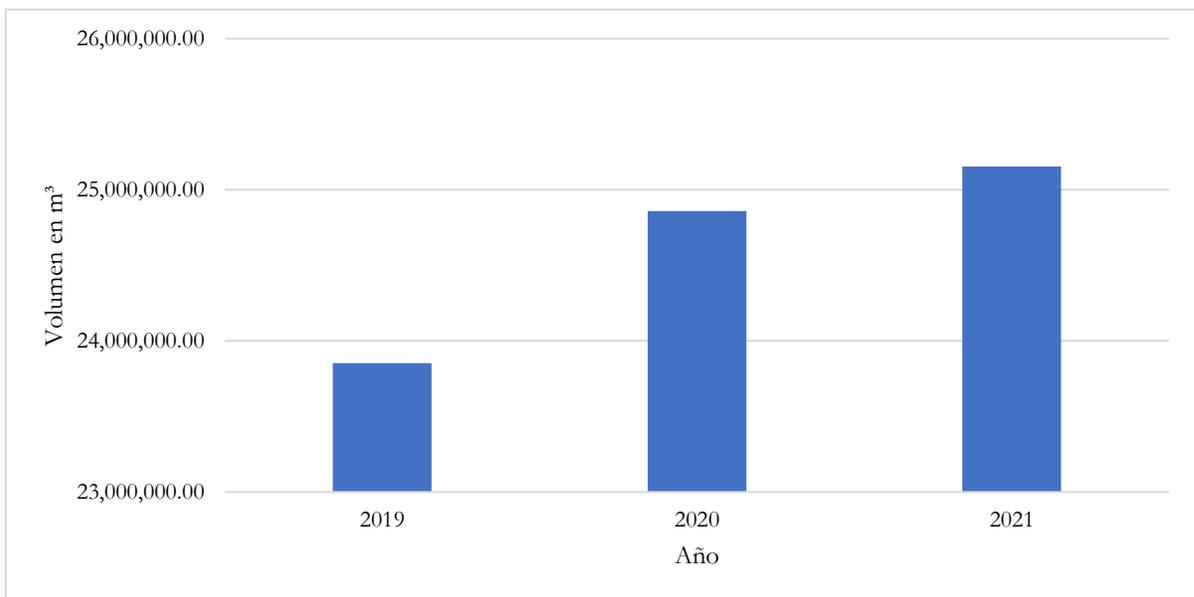
En algunos casos los análisis a las aguas residuales son importantes para conocer el comportamiento de las olas de contagio y proporcionar un panorama para prevenirlos a largo plazo.

## V.5. SITUACIÓN DEL AGUA EN CHIAPAS ANTE EL COVID-19

Chiapas es rico en recurso hídrico, pero a pesar de eso en el estado solo una pequeña parte de la población cuenta con agua en su comunidad. Según Abud, et al [43], Chiapas posee alrededor del 30% de agua de México y a la vez tiene uno de los rezagos más profundos en el acceso al agua potable. En zonas urbanas de cada 100 personas 86 tienen acceso a agua entubada, sin embargo, más de la mitad lo reciben de manera intermitente y de calidad inadecuada para consumo humano.

De acuerdo con información proporcionada por el Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado (SMAPA) [44], en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas se facturaron 24,859,851.67 m<sup>3</sup> de agua potable en 2020 (gráfica 10), el consumo de se incrementó un 4% en comparación al 2019, en la ciudad como en todo el país se implementó el confinamiento. El cambio de hábitos en la higiene y el cumplimiento de las medidas sanitarias trajo repercusiones en el consumo diario de agua potable.

**Gráfica 10.** Volumen de agua factura por ejercicio en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas



Fuente: Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado, 2022.

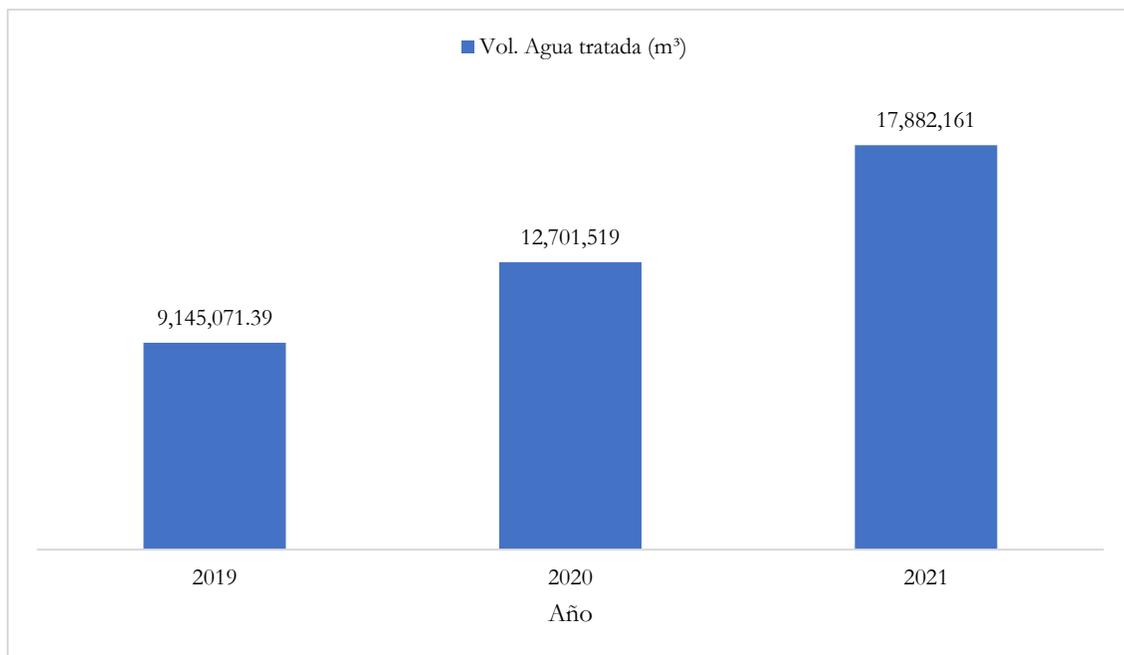
Durante la todo el 2021 Chiapas se mantuvo en “verde” según el semáforo epidemiológico que implementó la secretaria de salud, dejando las medidas de higiene como lo son el desinfectar constantemente el área de trabajo, usar tapetes y arcos sanitizantes, lavado constante de manos, etc.

Otro gran problema de la ciudad son las fugas y el desperdicio por parte de algunos ciudadanos. Según Altamirano [45], Nueve ciudades mexicanas preocupan a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) por su nivel de desperdicio de agua. Una de ellas es la capital del país, que pierde más del 40% por fugas, y otra es la capital del Estado más pobre, Chiapas, donde se escapa hasta el 70%. Una infraestructura vieja, obsoleta (o la falta de ella) es el factor que más afecta (hasta en un 92%) a un adecuado suministro de agua.

La situación para las zonas rurales es aún más preocupante, donde 70 de cada 100 habitantes tienen acceso a agua entubada, aunque en algunas regiones esta proporción es de 16 de cada 100 personas.

Los problemas con el agua siempre han existido, pero resaltaron más durante la pandemia y es un gran reto el solucionarlos todo.

**Gráfica 11.** Volumen de agua tratada por ejercicio en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas



Fuente: Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado, 2022.

Para combatir la pandemia es importante contar con agua limpia (al menos que cumpla con los límites máximos permitidos) he ahí la importancia de las plantas tratadoras de agua residual. De acuerdo con información proporcionada por el Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado (SMAPA) [46] durante el 2020 se trataron 12,701,519 m<sup>3</sup> de agua residual en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas un 39% más que en 2019 (gráfica 11).

De acuerdo al SMAPA las descargas de agua tratada (reflejadas en la gráfica) cumplen con lo estipulado en la normatividad correspondiente en la materia. Los análisis realizados son enviados directamente a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

El gobernador del estado Rutilio Escandón Cadenas [47], mencionó lo siguiente en su segundo informe de gobierno; Con el gobierno federal, para atender la emergencia sanitaria por COVID-19, implementamos el programa Agua Limpia, con el cual se realizaron 286,536 acciones para la desinfección del agua a través de la entrega de hipocloradores eléctricos, boyas para cloración del agua, hipoclorito de calcio, estuches para muestreo colorimétrico o digital, pastillas DPD para muestreo de cloro libre residual y frascos de plata coloidal, con una inversión de 19 millones 622 mil pesos, en 118 municipios. También, suscribimos tres convenios de colaboración con la Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento, la Universidad Autónoma de Chiapas y la Comisión Nacional del Agua, con el propósito de intercambiar conocimientos y experiencias para el fortalecimiento y desarrollo de estudios que permitan diseñar nuevas estrategias, herramientas en materia hídrica, fortalecimiento de los Consejos de Cuenca y sus órganos auxiliares, a fin de aprovechar sustentablemente el agua.

La higiene es muy importante para combatir las enfermedades como el COVID-19, de acuerdo a los datos de la Dirección general de epidemiología [48], Chiapas ha registrado 39,224 casos de COVID-19 desde el comienzo de la pandemia (hasta la fecha que se elaboró este trabajo). A nivel nacional es de los estados que registra pocos casos a pesar de los problemas de suministro y saneamiento.

## V.6. OTROS PROBLEMAS AMBIENTALES

### V.6.1. CONTAMINACIÓN POR PLÁSTICO

La contaminación por plásticos es una amenaza creciente en todos los ecosistemas, desde donde se origina la contaminación hasta el mar. Una reducción drástica del plástico innecesario, evitable y problemático es crucial para enfrentar la crisis global de contaminación, según una evaluación exhaustiva publicada del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) [49].

**Imagen 12.** Generación y manejo de residuos durante la pandemia del COVID-19



Fuente: Montes C., 2020.

El director de la OMS, el Dr. Tedros Adhanom, indicó que para reducir los contagios se tendrían que hacer pruebas masivas. Una prueba RT-PCR genera aproximadamente 37 gramos de residuos plásticos por muestra. Hasta agosto de 2020, todos los pacientes que se hicieron una prueba generaron más de 15 mil toneladas de residuos plásticos alrededor del mundo. Asimismo, centros hospitalarios produjeron más de 240 toneladas de desechos médicos de plástico de un solo uso diariamente (mascarillas, guantes y batas desechables) en el pico de la pandemia, seis veces más que el promedio diario antes de que ocurriera la pandemia. Si estos aumentos observados se mantienen en otros países alrededor del mundo, la cantidad de desechos y la contaminación se aceleraría mundialmente [50].

## V.6.2. CONTAMINACIÓN DEL AIRE

La relación de la contaminación atmosférica con muertes por COVID-19 es un tema que mantiene en alerta a los investigadores desde el principio de la pandemia. Ahora, un nuevo estudio sugiere que la exposición a contaminación del aire durante un largo plazo puede estar relacionada con el 15% de los fallecimientos atribuibles a COVID-19 en todo el mundo [51].

Dado que la contaminación del aire puede ser una causa significativa de las condiciones preexistentes asociadas a una mayor mortalidad por COVID-19, se ha argumentado que la exposición prolongada a la contaminación del aire ha hecho a la población más vulnerable a la enfermedad [52].

**Imagen 13.** La contaminación del aire, gran aliado del COVID-19



Fuente: Ambientum, 2020.

Dado que la contaminación del aire puede ser una causa significativa de las condiciones preexistentes asociadas a una mayor mortalidad por COVID-19, se ha argumentado que la exposición prolongada a la contaminación del aire ha hecho a la población más vulnerable a la enfermedad [52].

En el caso de la Zona Metropolitana del Valle de México, se ha encontrado que, efectivamente, existe una relación positiva entre la exposición prolongada a  $PM_{2.5}$  y la probabilidad de morir por COVID-19 [53].

Otros eventos, como, por ejemplo, incendios forestales y condiciones climáticas, podrían también tener efectos importantes en la calidad del aire. Bogotá y otras ciudades en Colombia experimentaron varios eventos de empeoramiento de la calidad del aire durante el confinamiento, aparentemente debido a incendios forestales de Venezuela y otras regiones del país. A pesar de que la movilidad en algunas de las principales ciudades de la zona central y sur de Chile ha disminuido bajo el confinamiento, la calidad del aire podría empeorar durante los meses de invierno. Muchas familias en esta región usan leña como calefacción y, conforme pasen más tiempo en el interior, podría haber un incremento en la concentración de material particulado tanto en el interior como en el exterior [54].

## VI. CONCLUSIÓN

Todos los países del mundo se han complicado para abastecer de agua, algunos por la falta del líquido en su región y muchos más por consecuencia del cambio climático y crecimiento poblacional.

Es claro que en México no estamos preparados para combatir una pandemia hablando del sector hídrico, muchos de los problemas que se han arrastrado durante muchos años se agravaron durante el confinamiento, la falta de suministro y saneamiento jugaron un papel muy importante. Las autoridades hacen la recomendación de lavarse las manos constantemente, limpiar y desinfectar los lugares de uso común para erradicar la propagación del virus del COVID-19, pero ¿con que agua? Solo una pequeña parte de la población cuenta con agua potable, y una parte aún más pequeña cuenta con el saneamiento necesario, nos olvidamos de las comunidades alejadas de la urbanización.

En lo que llevamos de pandemia poco o nada se ha hecho para solucionar estos problemas, la falta de infraestructuras que ayuden al abastecimiento aunado a la corrupción que existe en nuestro país nos ha llevado al escenario en donde nos encontramos.

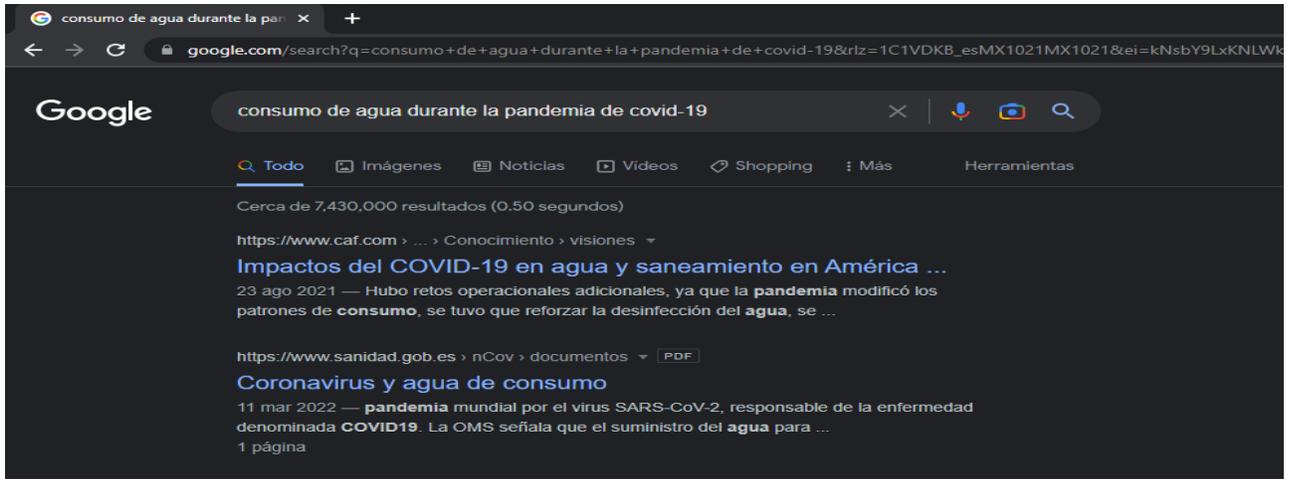
Es importante contar con campañas de concientización sobre el cuidado del agua. Multas económicas o administrativas para aquella persona que desperdicien el líquido pueden ayudar. El reparar fugas y dar mantenimiento a las tuberías, alcantarillado, etc., deberían de ser prioridad para las autoridades de nuestras localidades.

En algunos estados del país sufren por la falta de agua, las grandes presas que servían para retener millones de litros de agua ven como cada día baja el nivel y la demanda no deja de crecer.

Debemos de hacer conciencia con el uso que le damos al agua, cerrar la llave del lavabo cuando no la estamos utilizando, no usar la manguera para lavar el auto, el patio o la banqueta, lavar cuando haya suficiente ropa para aprovechar toda el agua de la lavadora, etc. Las pequeñas acciones pueden ayudar más de lo que pensamos, todos los días debemos aportar nuestro granito de arena para la conservación del vital líquido.

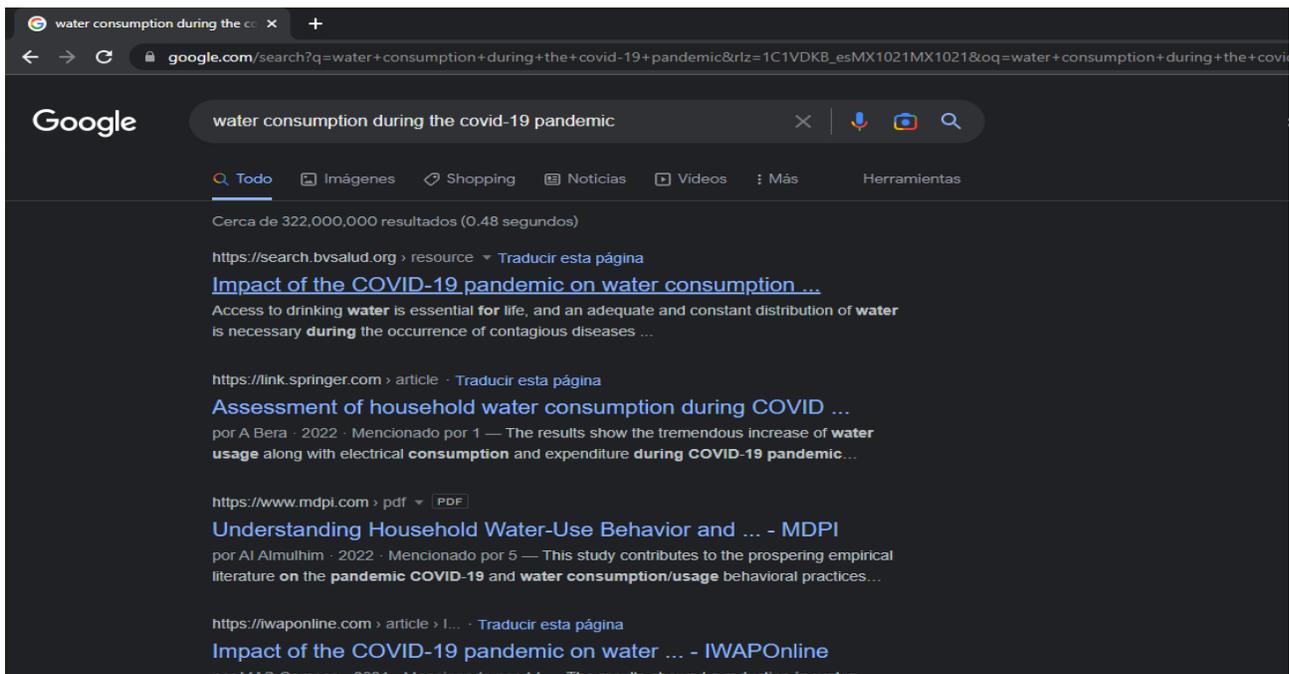
## VII. ANEXOS

Imagen 15. Elección del tema a investigar e identificar las ideas principales



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 14. Buscar términos en otros idiomas



Fuente: Elaboración propia

Imagen 16. Identificar la fuente pertinente, ejecutar la búsqueda



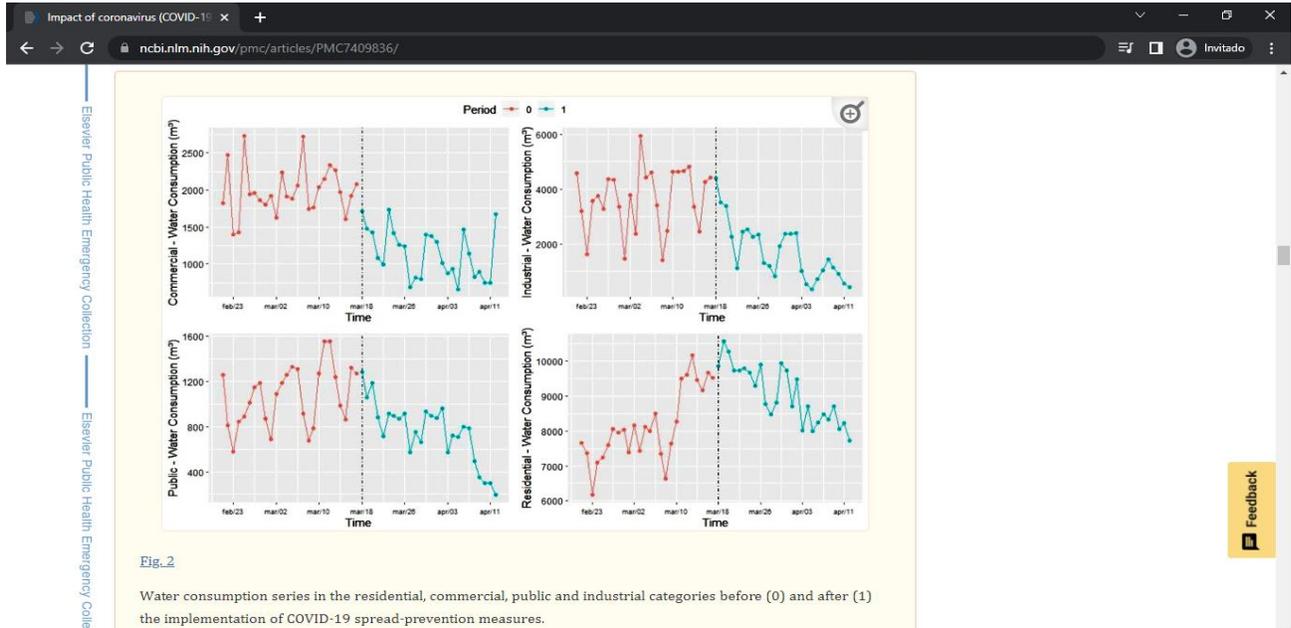
Fuente: Elaboración propia.

Imagen 17. Consultar la información ágilmente



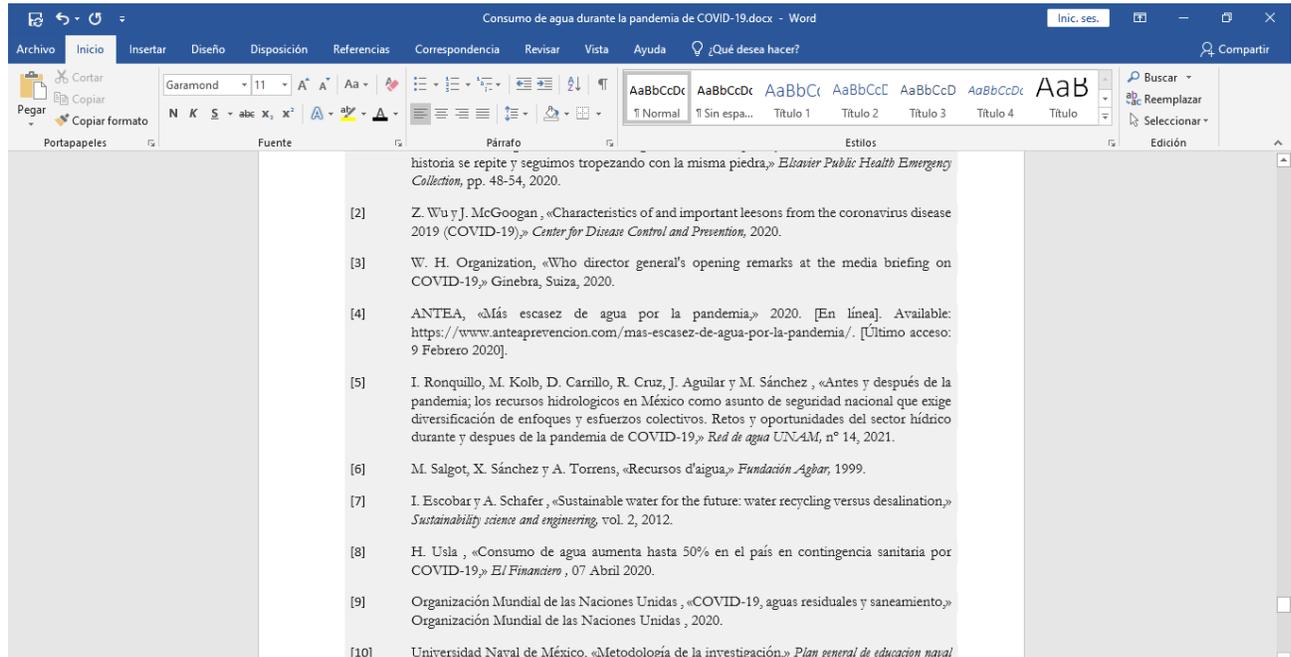
Fuente: Elaboración propia

## Imagen 18. Evaluación y análisis de resultados, valoración de contenido



Fuente: Elaboración propia

## Imagen 19. Administrar citas, contenido, área de estudio



Fuente: Elaboración propia

## VIII. REFERENCIAS

- [1] A. Serrano, A. Eguia, V. Olmo, A. Segura , A. Barranquilla y Á. Moran , «COVID-19 La historia se repite y seguimos tropezando con la misma piedra,» *Elsavir Public Health Emergency Collection*, pp. 48-54, 2020.
- [2] Z. Wu y J. McGoogan , «Characteristics of and important lessons from the coronavirus disease 2019 (COVID-19),» *Center for Disease Control and Prevention*, 2020.
- [3] W. H. Organization, «Who director general's opening remarks at the media briefing on COVID-19,» Ginebra, Suiza, 2020.
- [4] ANTEA, «Más escasez de agua por la pandemia,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.anteaprevencion.com/mas-escasez-de-agua-por-la-pandemia/>. [Último acceso: 9 Febrero 2020].
- [5] I. Ronquillo, M. Kolb, D. Carrillo, R. Cruz, J. Aguilar y M. Sánchez , «Antes y después de la pandemia; los recursos hidrológicos en México como asunto de seguridad nacional que exige diversificación de enfoques y esfuerzos colectivos. Retos y oportunidades del sector hídrico durante y después de la pandemia de COVID-19,» *Red de agua UNAM*, n° 14, 2021.
- [6] M. Salgot, X. Sánchez y A. Torrens, «Recursos d'aigua,» *Fundación Agbar*, 1999.
- [7] I. Escobar y A. Schafer , «Sustainable water for the future: water recycling versus desalination,» *Sustainability science and engineering*, vol. 2, 2012.
- [8] H. Usla , «Consumo de agua aumenta hasta 50% en el país en contingencia sanitaria por COVID-19,» *El Financiero* , 07 Abril 2020.
- [9] Organización Mundial de las Naciones Unidas , «COVID-19, aguas residuales y saneamiento,» Organización Mundial de las Naciones Unidas , 2020.
- [10] Universidad Naval de México, «Metodología de la investigación,» *Plan general de educación naval* , 2015.
- [11] S. Moncada, «Como realizar una búsqueda de información eficiente. Foco en estudiantes, profesores e investigadores en el area educativa,» *Instituto de fisiología celular, Universidad Nacional Autónoma de México*, 2014.
- [12] Universidad de Alicante , «La búsqueda de información científica,» *Biblioteca Universitaria de Alicante* , 2013.
- [13] Ministerio de Sanidad de España, «Enfermedad por coronavirus, COVID-19,» *Centro de coordinación de alerta y emergencias sanitarias, Secretaria de estado de Sanidad de España*, 2021.

- [14] C. Vargas, R. Acosta y A. Bernilla, «El nuevo coronavirus y la pandemia del COVID-19,» *Revista Med Hered*, pp. 125-131, 2020.
- [15] N. Santos y R. Salas, «Origen, características estructurales, medidas de prevención, diagnóstico y fármacos potenciales para prevenir y controlar COVID-19,» *Instituto Agroindustrias, Universidad Tecnológica de la Mixteca.*, 2020.
- [16] Grupo de infecciones en urgencias, «Incubación y transmisión COVID-19,» *Información y explicación de la pandemia del siglo XXI COVID-19*, 2020.
- [17] Centro nacional de vacunación y enfermedades respiratorias, «Síntomas del COVID-19,» *Centro para el control y la prevención de enfermedades*, 2021.
- [18] N. Toche, «El consumo de agua en hogares ha aumentado 40% durante la pandemia, pero no todos reciben el líquido,» *El Economista*, 24 Abril 2020.
- [19] F. Arregín , «Reflexiones sobre la pandemia y los servicios de agua,» *Asociación nacional de empresas de agua y saneamiento de México A.C.*, n° 87, 2020.
- [20] Asociación nacional de empresas de agua y saneamiento de México A.C. (ANEAS), «Agua y saneamiento,» *Asociación nacional de empresas de agua y saneamiento de México A.C.*, n° 87, 2020.
- [21] D. Belay, «COVID-19 pandemic an water, sanitation and hygiene: impacts, challenges an mitigation strategies,» *Department of public health collage of medicine and sciences, University Adigrat, Ethiopia*, 2021.
- [22] M. Ashinyo, K. Amegah y S. Dajaan, «Evaluation of water, sanitation and hygiene status of COVID-19 healthcare facilities in Ghana using the wash fit approach,» *Sanitation and hygiene for development*, 2021.
- [23] Comisión Nacional de áreas naturales protegidas (CONANP), «¿Sabes cuanta agua consumes?,» Gobierno de México, 29 Marzo 2019. [En línea]. Available: <https://www.gob.mx/conanp/articulos/sabes-cuanta-agua-consumes#:~:text=De%20acuerdo%20a%20la%20Organizaci%C3%B3n,de%20consumo%20com o%20de%20higiene..> [Último acceso: 8 Febrero 2021].
- [24] Ecofiltro México, «¿Cuanta agua gasta una persona al día en México? ¡Solo la necesaria!» Ecofiltro México, 24 Junio 2020. [En línea]. Available: <https://ecofiltro.mx/blogs/news/cuanta-agua-gasta-persona-dia-mexico>. [Último acceso: 8 Febrero 2021].
- [25] Fondo para la comunicación y la educación ambiental A.C., «El agua en México: lo que todas y todos debemos de saber,» *Centro virtual de información del agua* , n° 1, 2006.
- [26] E. Delgado, «COVID-19 y su impacto en el consumo, facturación y pago del servicio de agua potable. El caso de Nuevo León,» *Red del agua UNAM*, n° 14, 2021.
- [27] Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, «Información de México para niños, información por entidad: Nuevo León,» Gobierno de México, [En línea]. Available:

<https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/nl/territorio/clima.aspx#:~:text=Clima.,Nuevo%20Le%C3%B3n&text=El%2068%25%20del%20estado%20presenta,hacia%20la%20Sierra%20madre%20Occidental>. [Último acceso: 11 Junio 2022].

- [28] A. Albadejo, «Tendencias del consumo de agua tras la COVID-19,» *iAgua Magazine*, n° 29, 2020.
- [29] Phyn , «Residential Water Consumption Spikes During COVID-19 Pandemic,» Phyn , 30 Abril 2020. [En línea]. Available: <https://www.phyn.com/press/residential-water-consumption-spikes-during-covid-19-pandemic/>. [Último acceso: 5 Marzo 2022].
- [30] Agencia de protección ambiental de Estados Unidos, «El agua potable,» EPA.gov, 14 Junio 2021. [En línea]. Available: <https://espanol.epa.gov/espanol/el-agua-potable>. [Último acceso: 7 Diciembre 2021].
- [31] H. Abu-Bakar, L. Williams y S. Hallet, «Quantifying the impact of the COVID-19 lockdown on household water consumption patterns in England,» *npj Clean Water*, vol. 4, n° 13, 2021.
- [32] C. Novo, «El futuro incierto del agua en Reino Unido,» *iagua*, 10 Julio 2020. [En línea]. Available: <https://www.iagua.es/noticias/redaccion-iagua/futuro-incierto-agua-reino-unido>. [Último acceso: 8 Febrero 2021].
- [33] Aqua Tech, «CASE STUDY: DATA LINKS COVID-19 LOCKDOWNS TO CONSUMPTION CHANGE,» Aqua Tech, 23 Abril 2020. [En línea]. Available: <https://www.aquatechtrade.com/news/utilities/covid-19-lockdowns-impact-water-consumption/>. [Último acceso: 8 Febrero 2021].
- [34] Deutschland.de, «No desperdiciar ni una gota,» Deutschland.de, 23 Agosto 2017. [En línea]. Available: <https://www.deutschland.de/es/topic/medio-ambiente/no-desperdiciar-ni-una-gota>. [Último acceso: 9 Marzo 2021].
- [35] A. Kalbusch , E. Henning , M. Brikalski, F. Vieira de Luca y A. Konrath , «Impact of coronavirus (COVID-19) spread-prevention actions on urban water consumption,» *ScienceDirect*, vol. 163, 2020.
- [36] Construtec, «La importancia del agua en tiempos del COVID-19,» Construtec, 2020. [En línea]. Available: <https://www.construtec.com/la-importancia-del-agua-en-tiempos-del-covid-19/>. [Último acceso: 8 Febrero 2021].
- [37] I. Barreto Torrella, «COVID-19 y aguas residuales,» *Revista Cubana de medicina tropical*, vol. 71, n° 3, 2020.
- [38] J. Cruz Vargas, «Más de 60% de municipios en México no tienen tratamiento de aguas residuales: inegi,» Proceso, 17 Marzo 2017. [En línea]. Available: <https://www.proceso.com.mx/nacional/2017/3/17/mas-de-60-de-municipios-en-mexico-no-tienen-tratamiento-de-aguas-residuales-inegi-180759.html>. [Último acceso: 9 Marzo 2021].

- [39] I. Pérez Solís, «El coronavirus SARS-COV-2 está en las aguas residuales,» Universidad Nacional Autónoma de México, 15 Abril 2021. [En línea]. Available: <http://ciencia.unam.mx/leer/1107/-el-coronavirus-sars-cov-2-tambien-esta-en-las-aguas-residuales>. [Último acceso: 6 Junio 2021].
- [40] Wisconsin department of health services, «COVID-19: Wisconsin Coronavirus Wastewater Monitoring Network,» Wisconsin department of health services, 10 Marzo 2020. [En línea]. Available: <https://www.dhs.wisconsin.gov/covid-19/wastewater.htm>. [Último acceso: 6 Julio 2021].
- [41] Organización de las Naciones Unidas, «Mejorar el tratamiento de aguas residuales es crucial para la salud humana y los ecosistemas,» Programa para el medio ambiente, 5 Abril 2019. [En línea]. Available: <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/mejorar-el-tratamiento-de-aguas-residuales-es-crucial-para-la>. [Último acceso: 6 Junio 2021].
- [42] C. Altamirano, «La OCDE alerta del alto desperdicio de agua en México,» El país, 29 Marzo 2016. [En línea]. Available: [https://elpais.com/internacional/2016/03/30/mexico/1459291457\\_391376.html#:~:text=Nueve%20ciudades%20mexicanas%20preocupan%20a,se%20escapa%20hasta%20el%2070%25..](https://elpais.com/internacional/2016/03/30/mexico/1459291457_391376.html#:~:text=Nueve%20ciudades%20mexicanas%20preocupan%20a,se%20escapa%20hasta%20el%2070%25..) [Último acceso: 4 Junio 2022].
- [43] S. M. d. A. P. y. Alcantarillado, Interviewee, *Volumen de agua tratada en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas*. [Entrevista]. 17 Mayo 2022.
- [44] R. Escandón Cadenas , «Segundo Informe de Gobierno,» Secretaria de hacienda del Estado de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, 2020.
- [45] Dirección general de epidemiología, «COVID-19,» Gobierno de México, 5 Enero 2020. [En línea]. Available: <https://datos.covid-19.conacyt.mx/#DOView>. [Último acceso: 10 Junio 2022].
- [46] K. Rukikaire, «Informe de la ONU sobre contaminación por plásticos advierte sobre falsas soluciones y confirma la necesidad de una acción mundial urgente,» Organización Mundial de las Naciones Unidas, Nairobi, Kenia, 2021.
- [47] J. Guarneros y V. Díaz , «Médicos pasantes realizan un análisis de la contaminación que se genera a través de los desechos médicos, cubrebocas y residuos plásticos que utilizamos durante la pandemia de COVID-19,» *Universidad Anáhuac*, 2020.
- [48] D. González, «La contaminación del aire podría provocar el 15% de las muertes por COVID-19 en el mundo,» Gaceta Médica, 29 Octubre 2020. [En línea]. Available: <https://gacetamedica.com/investigacion/la-contaminacion-del-aire-podria-provocar-el-15-de-las-muertes-por-covid-19-en-el-mundo/>. [Último acceso: 8 Mayo 2021].
- [49] X. Wu, R. Nethery, B. Sabath, D. Braun y F. Dominici , «Exposure to air pollution and COVID-19 mortality in the United States: A nationwide cross-sectional study,» *medRxiv*, 2020.

- [50] A. López-Feldman, D. Heres y F. Márquez, «The impact of COVID-19 lockdowns and expanded social assistance on inequality, poverty and mobility in Argentina, Brasil, Colombia and México,» *Society for the Study of economic inequality*, 2020.
- [51] F. Encinas , R. Truffello, A. Urquiza y M. Valdés , «COVID-19, pobreza energética y contaminación: redefiniendo la vulnerabilidad en el centro-sur de Chile,» *Centro de investigación periodística*, 2020.
- [52] A. Menchaca, «La crisis de agua en Nuevo León es el inicio de un problema grave en México,» *The Washington Post*, 7 Julio 2022. [En línea]. Available: <https://www.washingtonpost.com/es/post-opinion/2022/07/07/por-que-no-hay-agua-monterrey-sequia-crisis-nuevo-leon-samuel-garcia/>. [Último acceso: 9 Agosto 2022].
- [53] Y. Abud, D. García y A. Pacheco, «Propuestas de gobernanza del agua para construir una ley general de aguas,» *Hojas de agua*, vol. 1, n° 1, 2020.
- [54] S. M. d. a. p. y. alcantarillado, Interviewee, *Volumen de agua facturada en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas*. [Entrevista]. 17 Mayo 2022.