

2023

# economía, población y desarrollo

## La gestión de los recursos hídricos en el municipio de Culiacán, Sinaloa, México

Jorge Rafael Figueroa Elenes  
Rafael Rentería Escobar  
Pablo Martín Urbano

ENERO / FEBRERO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ

PUBLICACIÓN AFILIADA A LA  
RED IBEROAMERICANA DE ESTUDIOS DEL DESARROLLO

# 73

**La gestión de los recursos hídricos en el municipio  
de Culiacán, Sinaloa, México**

*Jorge Rafael Figueroa Elenes, Rafael Rentería Escobar  
y Pablo Martín Urbano*

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ

PUBLICACIÓN AFILIADA A LA  
RED IBEROAMERICANA DE ESTUDIOS DEL DESARROLLO

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ

PUBLICACIÓN AFILIADA A LA  
RED IBEROAMERICANA DE ESTUDIOS DEL DESARROLLO

*Universidad Autónoma de Ciudad Juárez*  
2018-2024

Mtro. Juan Ignacio Camargo Nassar

**Rector**

Mtro. Daniel Alberto Constandse Cortez

**Secretario General**

Mtro. Santos Alonso Morales Muñoz

**Director del Instituto de Ciencias Sociales y Administración**

Mtro. Jesús Meza Vega

**Director General de Comunicación Universitaria**

*Comité de Coordinación de la Red Iberoamericana  
de Estudios del Desarrollo 2018-2020*

Dra. Paulina Sanhueza Martínez (Universidad de la Frontera, Chile)

**Coordinadora General**

Dr. Ignacio Rodríguez Rodríguez (Universidad de la Frontera, Chile)

**Secretario general**

Dra. Myrna Limas Hernández

(Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México)

**Vocal de Organización**

Dr. Pablo Galaso Reca (Universidad de la República, Uruguay)

**Vocal de Organización**

Dr. Luis Enrique Gutiérrez Casas

**Director y editor de Cuadernos de Trabajo**

**Estudios Regionales en Economía, Población y Desarrollo**

*Comité editorial*

*Sección internacional*

Dra. Sofía Boza Martínez

(Universidad de Chile, Chile)

Dra. Olga Biosca Artiñano

(Glasgow Caledonian University, Reino Unido)

Dra. Ángeles Sánchez Díez

(Universidad Autónoma de Madrid, España)

Dr. Thomas Fullerton Mankin

(University of Texas at El Paso, Estados Unidos)

Dr. Adrián Rodríguez Miranda

(Universidad de la República, Uruguay)

Dra. Ikuho Kochi

(Kanazawa University, Japón)

Dr. Pablo Galaso Reca

(Universidad de la República, Uruguay)

*Sección local*

(Universidad Autónoma de Ciudad Juárez)

Dra. Myrna Limas Hernández

Dra. Rosa María García Almada

Dr. Raúl Alberto Ponce Rodríguez

Dr. Isaac Leobardo Sánchez Juárez

Dr. Héctor Alonso Barajas Bustillos

Dr. Juan Carlos Medina Guirado

Mtra. María Del Socorro Velázquez Vargas

*Diseño de cubierta*

Abigail Bautista

Economía, Población y Desarrollo.

ISSN 2007-3739

Número 73. Enero - Febrero 2023

La gestión de los recursos hídricos en el municipio  
de Culiacán, Sinaloa, México

Jorge Rafael Figueroa Elenes

Rafael Rentería Escobar

Pablo Martín Urbano

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

**Economía, Población y Desarrollo.**

Año 13, No. 73 enero - febrero 2023, es una publicación bimestral editada por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, a través del Instituto de Ciencias Sociales y Administración. Redacción: Avenida Universidad y H. Colegio Militar, Zona Chamizal s/n., C.P. 32300, Ciudad Juárez, Chihuahua, México.

Teléfonos: (656) 688-38-00, ext. 3792. Correo electrónico: lgtz@uacj.mx.

Editor responsable: Luis Enrique Gutiérrez Casas. Reserva de derechos al uso exclusivo: edición impresa, número de reserva 04-2022-071309174300-102, edición digital, número de reserva 04-2021-081717103700-203. Impresa por Studio Los Dorados, calle Del Campanario, número 820-2, Santa Cecilia, C.P. 32350, Cd. Juárez, Chihuahua. Distribuidor: Subdirección de Gestión de Proyecto y Marketing Editorial. Ave. Plutarco Elías Calles 1210, Foviste Chamizal, C.P. 32310, Ciudad Juárez, Chihuahua. Este número se terminó de imprimir el 15 de diciembre de 2022 con un tiraje de 120 ejemplares.

Los ensayos publicados son responsabilidad exclusiva de sus autores.

Se autoriza la reproducción total o parcial bajo condición de citar la fuente.

Registrada en:



Revistas Electrónicas



DOI: <https://doi.org/10.20983/epd>

Publicación afiliada a la Red Iberoamericana  
de Estudios del Desarrollo



Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Ave Plutarco Elías Calles 1210

Foviste Chamizal, C. P. 32310

Ciudad Juárez, Chihuahua, México

[www.uacj.mx](http://www.uacj.mx)

© Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

## **La gestión de los recursos hídricos en el municipio de Culiacán, Sinaloa, México**

Jorge Rafael Figueroa Elenes\*, Rafael Rentería Escobar\*\*  
y Pablo Martín Urbano\*\*\*

### **Resumen**

*En este artículo se analiza la Gestión de los Recursos Hídricos en el municipio de Culiacán, Sinaloa, México. Para el análisis se considera la relación de la gestión del agua con la sustentabilidad económica, social y medioambiental, partiendo de que la apropiada implementación de una Gestión Integral de Recursos Hídricos Municipales (GIRHMU) debe resultar en una disponibilidad de agua compatible con los Objetivos del Desarrollo Sostenible. Se presenta el contexto territorial del municipio en relación con los recursos hídricos, también una medición cuantitativa de la oferta y demanda de agua (balance hídrico) relacionándolas con el crecimiento demográfico y el cambio climático. Se encontró que no existe una garantía para la oferta futura del agua, que la distribución de agua entre los distintos usos no es proporcional ni adecuada y que no hay una estrategia definida de adaptación a los potenciales peligros del cambio climático.*

**Palabras clave:** Recursos hídricos, sustentabilidad hídrica, balance hídrico.

### **The management of water resources in the municipality of Culiacán, Sinaloa, Mexico**

#### **Abstract**

*This article analyzes the of Water Resources Management in the municipality of Culiacan in the state of Sinaloa in Mexico. To develop this analysis, we consider the relationship between water management and economic, social, and environmental sustainability, since an appropriate implementation of a Integrated Water Resources Management of Municipal (IWRM) must result in water accessibility that is in line with Sustainable Development Goals. It introduces a description of the municipality's territory in relationship to water resources, and a quantitative measure of water supply and demand (water balance) as it relates to demographic growth and climate change. It was found that there is no guarantee for the future supply of water; that the distribution of water among the different consumption uses is neither proportional nor adequate and that there is no defined strategy to adapt to the potential dangers of climate change.*

**Keys words:** water resources, water sustainability, water balance

**JEL:** Q01, Q25, Q58.

**DOI:** <https://doi.org/10.20983/epd.2023.73.1>

**Recibido en:** agosto de 2022.

**Aprobado en:** noviembre de 2022.

\* Profesor e investigador de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la Universidad Autónoma de Sinaloa (México) y Coordinador del Centro de Estudios sobre el Desarrollo Económico Local (CEDEL). Correo electrónico: [fjir@uas.edu.mx](mailto:fjir@uas.edu.mx). ORCID: 0000-0002-0447-521X.

\*\* Director de Vinculación para el Desarrollo Regional. Coordinación General para el Fomento de la Investigación Científica y la Innovación del Estado de Sinaloa (México). Correo electrónico: [rafa.rentesc@gmail.com](mailto:rafa.rentesc@gmail.com). ORCID: 0000-0002-5908-5913.

\*\*\* Profesor e investigador de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad Autónoma de Madrid (España). Correo electrónico: [pablo.urbano@uam.es](mailto:pablo.urbano@uam.es). ORCID: 000-0002-8139-0332.



## ➔ 1. Introducción.

La disponibilidad de agua dulce per cápita ha disminuido a nivel mundial por un uso cada vez mayor y el agotamiento en parte de los recursos hídricos dulces disponibles. La demanda de agua se ha potenciado como consecuencia del incremento poblacional, el aumento en el desarrollo económico y las crecientes necesidades productivas, especialmente del sector agropecuario, generando un consumo intensivo del recurso. En muchos casos, un mayor número de necesidades ha significado en paralelo una menor oferta de agua por la desigual distribución del recurso, cuya disponibilidad no siempre coincide con la localización del crecimiento demográfico.

Además, el incremento de la presión sobre el agua ha ido afectando a su calidad tanto en la superficie como subterráneamente. Los desechos y residuos procedentes de las actividades humanas afectan la calidad del agua. Es el caso de los vertidos y emisiones industriales, agrícolas, o sanitarias, de los residuos sólidos y líquidos urbanos ya sean arrojados directamente al agua, arrastrados o infiltrados, de la escorrentía superficial incorporando contaminantes acumulados en tiempo seco, o de la contaminación atmosférica cuando la humedad en el aire se combina con emisiones de otras fuentes.

Por otra parte, la disponibilidad de agua potable segura y de un saneamiento adecuado constituye un factor esencial para la vida en las zonas urbanas, sometidas a una rápida densificación de la población y a un importante crecimiento económico, que concede más oportunidades a sus moradores que las áreas rurales a los suyos, lo que acentúa los flujos migratorios del campo a la ciudad y agrava los problemas de abastecimiento de agua. Hay que recordar que, en la actualidad, la mitad de la población mundial habita en las ciudades donde las tasas de crecimiento demográfico son mucho más elevadas, especialmente en los países en desarrollo.

La escasez de agua es un problema actual que se presenta a escala global y que se agudiza progresivamente con el transcurso del tiempo. La disponibilidad de agua dulce está cada vez más reducida por la creciente demanda del recurso hídrico, pues se hace uso de este a una tasa mayor de la que se puede regenerar gracias al ciclo hidrológico, además de que se contamina a una intensidad superior a la que el medio lo puede asimilar.

La resolución de este problema debe ejecutarse de forma local, y este trabajo se enfoca en analizar lo que ocurre y lo que se puede hacer en la cuenca del municipio de Culiacán en un intento por solventar la crisis hídrica. Culiacán es un municipio con condiciones climáticas presumiblemente favorables para una disponibilidad continua de agua, pero las dinámicas de explotación y la vulnerabilidad del ecosistema frente al cambio climático convergen en un estrés hídrico sobre la

cuenca que ha provocado que el agua se vuelva insuficiente para cubrir las necesidades de la totalidad de la población del municipio.

Por el tipo de especialización económica del estado y también del municipio, se han orientado a las políticas públicas encargadas de la asignación del agua a destinar porcentajes desproporcionalmente altos del recurso al sector agropecuario en forma sistemática, privando al aspecto social y al medioambiental de una cuota de agua suficiente para considerar que se haya alcanzado una sustentabilidad en el uso del recurso que garantice su disponibilidad a largo plazo al mismo tiempo que la despoja de su característica de ser un derecho humano.

El presente análisis busca hacer una evaluación de las actuales políticas públicas en materia de gestión del agua en función de su compromiso con la sustentabilidad económica, social y medioambiental. Una apropiada y competente implementación de una Gestión Integral de Recursos Hídricos Municipales puede resultar en una disponibilidad de agua que cumpla con las necesidades básicas y no básicas de la población de forma que se cumpla con los objetivos del desarrollo sustentable propuestos por la ONU (2017).

En el cumplimiento de este propósito, en la primera parte de este artículo se presenta un panorama global y nacional de la disponibilidad de recursos hídricos y el grado de presión existente sobre los mismos, así como de la importancia de la preservación del agua para garantizar no sólo el bienestar, sino la vida de los seres humanos y los ecosistemas. Se hace también una revisión de trabajos en los que se ha abordado la Gestión Integral de Recursos Hídricos con lo que se pone de manifiesto la evidencia empírica en la que se señala su necesidad y relevancia.

Después se realiza una revisión teórica de los elementos que llevan a confeccionar el concepto de Gestión de Recursos Hídricos Municipales que en el presente análisis se utiliza. El siguiente apartado se dedica a enumerar a los elementos que sientan las bases de la construcción de una GIRH y se hace una estructuración y descripción de la metodología con la que se evaluará el desempeño de las instituciones y de las políticas públicas en función del nivel de sustentabilidad alcanzado. Posteriormente se ejecuta el procedimiento metodológico con la información recabada para el municipio de Culiacán. Se presenta la situación geográfica y normativa del municipio en relación con los recursos hídricos, se incorpora una medición cuantitativa de la oferta y demanda de agua y se exponen los resultados de la investigación. Finalmente se presentan las conclusiones finales.

## ➤ 2. Importancia, disponibilidad y problemática de los recursos hídricos.

Dos terceras partes de la superficie de la tierra están cubiertas de agua. Sin embargo, el agua no deja de ser un recurso escaso. Se estima que en el planeta hay cerca de mil trescientos ochenta y seis millones de kilómetros cúbicos de agua, es decir,  $1.386 \times 10^{21}$  litros de agua en toda la superficie terrestre. El 97.5% de esta agua se encuentra en los océanos en forma de agua salada y es inutilizable para consumo humano. El 2.5% restante es agua dulce, y de esta el 70% se encuentra congelada en forma de glaciares, nieve o hielo. Casi el 30% del agua dulce se encuentra en forma subterránea y es de difícil acceso para su uso, por lo que menos del 1% del agua dulce del planeta está en forma de agua disponible para uso humano y de los ecosistemas en forma superficial en ríos, lagos, lagunas, arroyos, o a poca distancia hacia el subsuelo. (Agua.org.mx)

Además, el agua dulce disponible no está distribuida en forma equitativa en el mundo. Mientras que, en un continente como Asia, en el que habita más de la mitad de la población mundial sólo se encuentra el 36% del agua dulce disponible, en lugares como el continente americano se encuentra disponible el 41% del agua dulce mientras alberga tan solo al 14% de la población mundial (Agudelo, 2009). México, con 1.77% de la población mundial, apenas dispone del 0.1% del total de agua dulce disponible a nivel mundial. El volumen de agua renovable en México es de 3 mil 656 metros cúbicos por habitante al año (CONAGUA, 2018).

Un indicador que es conveniente considerar para la gestión del agua es el del grado de presión (medido a través del nivel de estrés hídrico) sobre los recursos hídricos. Es un índice que resulta de dividir el volumen de extracción total entre el volumen de disponibilidad natural del agua. Para México, el grado de presión hídrico nacional es de 19.5%, el cual es considerado bajo. Partiendo del principio del balance hídrico (el equilibrio entre la oferta y la demanda del recurso hídrico), resulta válido afirmar que el volumen de agua existente en el mundo ha permanecido constante desde el inicio de los tiempos. El agua con la que tenemos contacto es la misma agua que existía en el planeta hace dos mil años. Lo que no ha sido una constante es el nivel de explotación sobre los recursos hídricos, pues el incremento de la población, sumado a otros factores como el cambio climático, la deforestación y la contaminación han propiciado una creciente demanda de agua y consecuentemente un aumento en el estrés hídrico con tal de satisfacer las necesidades humanas y ambientales contemporáneas.

El agua siempre ha sido el elemento central en el bienestar material y cultural de la civilización. Es un factor básico en el desarrollo de las sociedades, por no mencionar que es el más importante. Desde los primeros asentamientos humanos el hombre busca ubicarse espacialmente cerca del agua para asegurar su supervivencia. Hasta finales del siglo XIX no se consideraba el agua como un bien

finito y era inconcebible el concepto de escasez de agua. Fue a partir de la Revolución Industrial, acompañada de un crecimiento exponencial de la población que la demanda de agua se volvió más crítica a nivel mundial.

Ahora, el panorama del suministro y renovación del agua para el siglo XXI es desalentador en más de un sentido. Con el propósito de conseguir un elevado crecimiento económico, las naciones han puesto en un plano secundario el manejo eficiente del recurso hídrico. La destrucción de las fuentes por sobreexplotación, el incremento de la demanda por el crecimiento industrial y agrario y la degradación de los ecosistemas contenedores de aguas dulces han convertido al agua en el nuevo oro del mundo, ocasionando tensiones a nivel internacional y crisis mundiales. Y esto sin considerar el papel que desempeña el agua como estabilizador de la Tierra al controlar los climas y limpiar la atmósfera de partículas, además de ser el disolvente universal por excelencia (Agudelo, 2009).

Barlow (2008) advierte sobre tres crisis hídricas - el suministro menguante de agua dulce, el desigual acceso al agua y el control corporativo del agua- que representan la mayor amenaza de nuestros tiempos para el planeta y nuestra supervivencia. De no revertir su comportamiento colectivo, la humanidad se estaría dirigiendo a un futuro hostil de enfrentamientos entre naciones, entre ricos y pobres, entre intereses públicos y privados, entre población urbana y rural, y competencia entre las necesidades del mundo natural y los humanos industrializados. Si se consigue llegar a un acuerdo de utilización de agua con conservación, justicia y democracia será posible brindar una oportunidad de supervivencia y desarrollo para generaciones futuras a largo plazo.

### ➡ 3. El vínculo entre la gestión de los recursos hídricos, las políticas públicas y el territorio.

Según la Asociación Mundial del Agua (GWP por sus siglas en inglés) la gestión integrada del agua es un proceso que promueve la gestión y el aprovechamiento coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el objetivo de maximizar el bienestar social y económico de manera equitativa sin comprometer el desarrollo sustentable de los ecosistemas vitales.

Una Gestión del Agua adquiere el adjetivo de Integrada (o integral) en dos sentidos. Primero, por una participación que involucre a las autoridades gubernamentales de todos los niveles, al sector privado y a la sociedad, es decir, a todas las entidades que tengan beneficios y responsabilidades relacionadas con el uso de los recursos hídricos. Segundo, porque esa gestión debe darse en cada uno de los procesos del metabolismo hídrico, desde su apropiación hasta su excreción. El metabolismo hídrico es un concepto extrapolado del metabolismo social por Díaz (2015) y que se refiere al proceso



que consta de fases o fenómenos en los cuales los seres humanos hacen uso del agua comenzando con la apropiación de la misma, tomándola desde la cuenca hidrográfica en su estado natural. Lo inmediato es una transformación con procesos físicos y químicos que optimiza sus condiciones de uso.

Una Gestión Integral del Agua debe estar encaminada a mejorar las condiciones sociales y económicas de los individuos. Cuando una gestión del agua es ineficiente suele presentarse la escasez y los problemas de los que viene acompañada, como las tensiones a escala mundial y regional (Nieto, 2011). La GIRH ha sido definida también como la “toma de decisiones y un manejo de recursos hídricos que toma en cuenta las necesidades y deseos de diferentes usuarios y partes interesadas y se centra en los intereses relativos al uso, control y/o preservación de los sistemas hídricos y su sostenibilidad” (VanHofwegen & Jaspers, 2000)

Para un Estado en donde se implemente una adecuada GIRH, los proyectos son resultado de un proceso que considera todos los usos del agua, incluido el medio ambiente y los conflictos entre los usuarios de cada sector. Las decisiones son tomadas dentro de la cuenca y existe una gran participación social en la solución de los problemas. (Mejía, 2007).

La gestión de los recursos supone lograr la conservación y preservación del medio ambiente y la naturaleza mediante el uso racional y sustentable de los recursos naturales, por medio de la convivencia armónica entre hombre y naturaleza, en donde se asegure la participación de la comunidad y el respeto por los recursos asegurando su disponibilidad en cantidad y calidad adecuadas para satisfacer las necesidades de manera sostenible sin que esto lleve a niveles de sobreexplotación que altere el comportamiento de los ecosistemas (Pulgarín, 2011).

No hay una aceptación universal sobre la construcción del concepto de GIRH. Grigg (2008) señala que es un concepto en evolución y no está aceptado como un paradigma en la administración del recurso hídrico y la confusión sobre el significado de la GIRH se puede superar mudando las ideas académicas a la implementación práctica. La Asociación Americana de los Trabajos del Agua (AWMA) desarrolla el concepto de Gestión Total del Agua, como un intento de la industria suministradora de agua por asegurarse de que los recursos hídricos son gestionados para el máximo beneficio de la gente y el medio ambiente y que todos los segmentos de la sociedad tengan voz en este proceso.

Un acercamiento inherente en la GIRH es el reconocimiento de que una gestión eficiente de recursos hídricos considera la gestión de la demanda, no solo la oferta de agua (GWP 2004). Como describe Biswas (2004), el concepto de GIRH tal como lo presenta la GWP está sujeto a imprecisiones y ambigüedades en cada uno de sus sustantivos, pues no hace explícito quién “promueve” el uso eficiente del agua, cuáles son los “recursos relacionados”, en qué consiste la “maximización” y el

“bienestar económico y social”, por mencionar algunas de estas imprecisiones. Es por las ambigüedades e imprecisiones del concepto original que la definición de GIRH ha tenido variaciones a través de los años y ha sido reconstruido de acuerdo con los contextos y los actores. Puede significar diferentes cosas para diferentes personas.

La construcción de un concepto de Gestión Integral de Recursos Hídricos presenta una maleabilidad que resulta ser un arma de dos filos. Por una parte, ofrece una libertad teórica y práctica que permite adaptarlo a cualquier contexto espacial y temporal siempre que garantice el cumplimiento de los principios de sustentabilidad. Por otro lado, no hay una universalidad que dicte lineamientos estándares para su aplicación.

Es por esta maleabilidad que en el presente análisis se ofrece la construcción de un modelo que propone una serie de lineamientos a los que se someterán las políticas públicas y la ejecución de estas, para evaluar la gestión de los recursos hídricos para el municipio de Culiacán:

- i. Que haya condiciones para satisfacer la demanda. Actual y futura.
- ii. Que se distribuya de manera adecuada entre los distintos tipos de usos consuntivos.
- iii. Que no se desaproveche o desperdicie.
- iv. Que esté limpia. Que se contamine a una tasa que sea posible asimilar.
- v. Programas de educación y promoción de una cultura del consumo responsable del agua.
- vi. Participación ciudadana. Democratización en el uso del agua.
- vii. Existen normativas y/o legislaciones suficientes adecuadas o ¿qué hace falta?
- viii. Que haya capacidad de adaptación al cambio climático.
- ix. ¿Se cuenta con una infraestructura adecuada?
- x. ¿En qué medida se está cumpliendo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU?

El adjetivo de “integral” se aborda dándole tres connotaciones complementarias:

- a. Una integración en un sentido de involucramiento de cada uno de los actores relacionados con la gestión del agua, tanto gestores como beneficiados.
- b. Una integración que consiste en ejercer la gestión en cada una de las etapas del metabolismo hídrico.
- c. Una integración teórica que recoge las distintas visiones propuestas para la GIRH, así como una metodología que contempla una parte cualitativa y otra cuantitativa.

#### ➤ 4. Métodos y técnicas de análisis.

Con el propósito de contextualizar a la Gestión Integral de Recursos Hídricos es necesario elaborar un diagnóstico sobre las condiciones hídricas del municipio. Este diagnóstico incluye una revisión histórica sobre el papel que han jugado las instituciones en la gestión y administración de los recursos

hídricos, y un reconocimiento del panorama geográfico y político actual de los recursos hídricos con un enfoque de cuenca hidrográfica.

También analizar la evolución de la gestión del agua con una descripción de la forma en que se ha facilitado el uso de los recursos hídricos para el abastecimiento público y el sector empresarial. Se hace un repaso por las instituciones responsables de la extracción, transformación y suministro de agua, así como de las dependencias encargadas de asignar el recurso y su grado de responsabilidad por nivel de gobierno. Se requiere realizar una descripción de las características de la cuenca hidrográfica correspondiente al municipio de Culiacán y una revisión detallada de las políticas públicas actuales relacionadas con la gestión del recurso hídrico y de los organismos y dependencias responsables.

Por otra parte, para estimar un balance hídrico del municipio y encontrar una explicación a la evolución de los niveles en la disponibilidad de los recursos hídricos del mismo, el presente estudio hace un análisis comparativo en el que se contrastan variables cuyo tratamiento permite determinar la oferta y la demanda de agua en el municipio. Así, para el análisis de las variables que determinan la demanda de agua, se consideran la población, el surgimiento de nuevas colonias y fraccionamientos en el municipio, la ocupación por sectores productivos, la variación de las temperaturas asociadas al cambio climático, entre otras. En el caso de las que determinan la oferta de agua se consideran la precipitación pluvial media y el almacenamiento en presas.

Adicionalmente, para medir y evaluar las políticas públicas existentes, se hace uso de dos indicadores diseñados para medir el impacto de tales políticas en la eficiencia de la gestión de los recursos hídricos. El primero de estos indicadores es el Índice Global de Sustentabilidad Hídrica (IGSH) que tiene como objetivo el fortalecimiento de la gestión integrada del agua. El otro indicador es el Índice Global de Acceso a los Servicios Básicos de los Recursos Hídricos (IGASBRH) que busca fortalecer el abastecimiento de agua y el acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

El Índice Global de Sustentabilidad Hídrica, mide la forma en que se realiza la gestión de los recursos hídricos para lograr la sustentabilidad en las cuencas y acuíferos del municipio para garantizar la seguridad hídrica. Toma en cuenta la cantidad de agua de que se dispone y la que se consume por los diferentes tipos de usuarios, la calidad del agua y la administración de los recursos hídricos.

Este índice considera cuatro componentes de los que se desprenden 18 variables:

*I. Grado de presión sobre los recursos hídricos:*

- Grado de presión sobre el agua superficial por uso agrícola (%).

- Grado de presión sobre el agua superficial por uso en abastecimiento público-urbano (%).
- Grado de presión sobre el agua superficial por los usos en la industria autoabastecida y termoeléctricas (%).
- Grado de presión sobre el agua subterránea por uso agrícola (%).
- Grado de presión sobre el agua subterránea por uso en abastecimiento público-urbano (%).
- Grado de presión sobre el agua subterránea por los usos en la industria autoabastecida y termoeléctricas (%).

## II. Medición del ciclo hidrológico:

- Número de estaciones hidrométricas en operación.
- Número de estaciones climatológicas operando.
- Número de sitios superficiales de medición de la calidad del agua.
- Porcentaje de sitios de medición con información completa de los indicadores de calidad del agua superficial.

## III. Calidad del agua:

- Porcentaje de sitios de monitoreo con buena y excelente calidad del agua respecto a DBO5.
- Porcentaje de sitios de monitoreo con buena y excelente calidad del agua respecto a DQO.
- Porcentaje de sitios de monitoreo con buena y excelente calidad del agua respecto a SST.

## IV. Gestión hídrica:

- Número de estaciones de medición automatizada de volúmenes extraídos.
- Verificación de aprovechamientos de aguas nacionales y bienes públicos inherentes.
- Recaudación por organismo de cuenca (millones de pesos).
- Porcentaje de acuíferos sin sobreexplotación.
- Número de cuencas hidrológicas sin déficit.

### a. Cálculo del indicador:

Los valores de cada una de las variables se estandarizan con respecto al rango de valores calculado, considerando los valores máximos y mínimos. Todas las variables tienen el mismo peso.

El método de cálculo propuesto es:

$$Z_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \quad (1)$$

Donde:

$Z_{ij}$  = Variable estandarizada.

$X_{ij}$  = Variable asociada.

$X_{min}$  = Valor mínimo de los datos de la variable  $X_{ij}$ .

$X_{max}$  = Valor máximo de los datos de la variable  $X_{ij}$ .

$i = 1$  a  $n$ .

$j$  = Valor de la variable  $i$  para la unidad de análisis.

$n$  = Número de variables involucradas en el índice.

Las variables estandarizadas varían entre 0 y 1, indicando los valores mínimos y máximos, respectivamente, en la serie de datos de las variables analizadas. El índice se obtiene de la siguiente manera:

$$IGSH = \frac{\sum_1^n (Z_{ij} P_i)}{\sum_1^n P_i} \quad (2)$$

Donde:

$Z_{ij}$  = Variable estandarizada.

$P_i$  = Peso de la variable.

IGSH = Índice global de sustentabilidad hídrica.

### b. Interpretación del indicador.

El valor del IGSH varía entre 0 a 1, con los siguientes intervalos:

- a.  $IGSH \geq 0.65$  Sustentabilidad hídrica alta.
- b.  $0.43 < IGSH < 0.65$  Sustentabilidad hídrica media.
- c.  $IGSH \leq 0.43$  Sustentabilidad hídrica baja.

Por su parte, el Índice Global de Acceso a los Servicios Básicos de los Recursos Hídricos, permite evaluar el impacto de la política hídrica en tres dimensiones: cobertura, calidad y eficiencia de los servicios agua potable y saneamiento.

Este índice es evaluado a partir de los siguientes componentes que integran nueve variables:

#### I. Acceso a los servicios de agua potable (IAAP):

- Cobertura de agua potable (%).
- Cobertura urbana de agua potable (%).
- Cobertura rural de agua potable (%).
- Agua desinfectada (%).

#### II. Acceso a los servicios de saneamiento (IAS):

- Cobertura de alcantarillado (%).
- Cobertura urbana de alcantarillado (%).
- Cobertura rural de alcantarillado (%).
- Eficiencia de recolección del agua residual generada (%).
- Cobertura de tratamiento de aguas residuales municipales (%).



### a. Cálculo del indicador.

Los valores de las variables son estandarizados con respecto al rango de valores calculado, considerando los valores máximos y mínimos. Todas las variables tienen el mismo peso. El método de cálculo propuesto es:

$$Z_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \quad (3)$$

Donde:

$Z_{ij}$  = Variable normalizada.

$X_{ij}$  = Variable asociada.

$X_{min}$  = Valor mínimo de los datos de la variable  $X_{ij}$ .

$X_{max}$  = Valor máximo de los datos de la variable  $X_{ij}$ .

$i = 1$  a  $n$ .

$j$  = Valor de la variable  $i$  para la unidad de análisis.

$n$  = Número de variables involucradas en el índice.

Las variables estandarizadas varían entre 0 y 1, indicando los valores mínimos y máximos, respectivamente, en la serie de datos de las variables analizadas.

El índice se obtiene de la siguiente manera:

$$IGASBRH = \frac{\sum_1^n (Z_{ij} P_i)}{\sum_1^n P_i} \quad (4)$$

Donde:

$Z_{ij}$  = Variable normalizada.

$P_i$  = Peso de la variable.

IGASBRH = Índice global Acceso a los Servicios Básicos de los Recursos Hídricos.

### b. Interpretación del indicador.

El valor del IGASBRH varía entre 0 a 1, con los siguientes intervalos:

- IGASBRH  $\geq$  0.82 Servicios adecuados
- $0.57 < \text{IGASBRH} < 0.82$  Servicios regulares
- IGASBRH  $\leq$  0.57 Servicios deficientes

## ➤ 5. Resultados.

### 5.1. El contexto territorial y la necesidad del Balance Hídrico.

El municipio de Culiacán está ubicado en el estado de Sinaloa, México que corresponde a la región noroeste del país, entre la Sierra Madre Occidental y el Océano Pacífico. El municipio de Culiacán se abastece de las cuencas hidrológicas del Río Culiacán (66.50%), Río San Lorenzo (28.05%) y Río Mocorito (0.80%), conformadas a su vez por ocho subcuencas; la del Río Culiacán (29.77%), Río Tamazula (23.17%), Arroyo de Tacuichamona (17.11%), Río Humaya-presca Adolfo López Mateos (11.30%), Río San Lorenzo (10.94%), Río Humaya (2.26%) y Arroyo Pericos (0.80%). Las cuencas hidrológicas forman parte de las regiones hidrológicas, y éstas a su vez, forman parte de las regiones hidrológicas – administrativas.

La región hidrológica es el área territorial conformada en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas, en la cual se considera a la cuenca hidrológica como la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos, cuya finalidad es el agrupamiento y sistematización de la información, análisis, diagnósticos, programas y acciones en relación con la ocurrencia del agua en cantidad y calidad, así como su explotación, uso o aprovechamiento.

En México hay trece regiones hidrológicas – administrativas (RHA), y el municipio de Culiacán está localizado en la RHA número III, llamada “Pacífico Norte”. Esta Región Hidrológica Administrativa, comprende la totalidad del estado de Sinaloa y parte de los estados de Chihuahua, Durango, Zacatecas y Nayarit. Administrativamente está integrada por 51 municipios: 18 en Sinaloa, 8 en Chihuahua, 16 en Durango, 7 en Nayarit y 2 en Zacatecas. Cuenta con una superficie territorial de 152,007 km<sup>2</sup>, equivalente al 8.0 por ciento de la superficie territorial de la República Mexicana. Su población estimada es de 4.51 millones de habitantes (INEGI, 2017).

Históricamente, la Región presenta un escurrimiento medio anual de agua superficial de aproximadamente 22,346 hm<sup>3</sup>, mientras que el volumen de recarga en acuíferos asciende a 3,263 hm<sup>3</sup>. La hidrografía está caracterizada por corrientes que descienden de los flancos de la Sierra Madre Occidental y desembocan en el Océano Pacífico. Las principales corrientes superficiales las representan los ríos: Fuerte, Sinaloa, Mocorito, Culiacán, San Lorenzo, Elota, Piaxtla, Quelite, Presidio, Baluarte, Cañas, Acaponeta y San Pedro. Además, cuenta con grupos de corrientes que descargan a esteros o al mar.

Su nivel de agua renovable es de 26 mil 747 millones de metros cúbicos al año y se estima que para 2030 el agua renovable per cápita sea de 5 mil 289 metros cúbicos por habitante al año. El volumen concesionado en 2015 fue de 10 mil 770 millones de metros cúbicos, lo que resulta en un

grado de presión de 42.1 por ciento sobre la disponibilidad anual media, generando un grado alto de estrés hídrico.

Para poner en evidencia la necesidad y la importancia de contar con un balance hídrico, se requiere en principio identificar las variables asociadas a la demanda y la oferta del recurso hídrico. En el caso de la demanda, para analizar su evolución histórica y futura, es necesario considerar el comportamiento de la población, el ingreso, las actividades económicas, los sectores productivos, la infraestructura urbana y la cobertura, entre otras variables. Para el análisis de la oferta, las variables más relevantes a considerar son las ligadas al calentamiento global, la evapotranspiración, el abastecimiento de cuenca, las precipitaciones y la potabilización.

La población del municipio de Culiacán, de 1970 al 2020, creció en alrededor de 643 mil habitantes al pasar de 360 mil 412 en 1970 a un millón tres mil 530 habitantes en 2020, lo que supone una mayor demanda de servicios incluidos el agua potable y el drenaje. La mayor tasa de crecimiento de la población se dio en la década de los setenta, con poco más del 55 por ciento, seguido por la década de los noventa en la que la población creció en alrededor del 24 por ciento.

Otra evidencia de que la demanda por los recursos hídricos ha crecido con el paso del tiempo en el Municipio y Ciudad de Culiacán, se obtiene de la observación de cómo ha ido creciendo el número de colonias y en consecuencia la infraestructura y la mancha urbana. De acuerdo con el Instituto Municipal de Planeación de Culiacán (IMPLAN), la ciudad pasó de tener 63 colonias en la década de los setenta, a más de 500 en los años recientes. Al mismo tiempo, la mancha urbana pasó de 31 millones 764 mil 43 m<sup>2</sup> en la década en mención, a 124 millones 310 mil 487 m<sup>2</sup> en el 2017. El IMPLAN considera que en Culiacán la mancha urbana se ha expandido de manera extraordinaria en las últimas tres décadas, ya que en los últimos 31 años han nacido en la ciudad 403 colonias contra 107 que habían surgido en los 124 años anteriores.

Esto significa que de las 591 colonias que registra la ciudad, el 68 por ciento se crearon en las últimas tres décadas. Se aprecia asimismo que fue en la segunda mitad de los ochenta cuando inició la expansión. Asociado al crecimiento de la mancha urbana se encuentra la problemática ligada a la demanda de agua, ya que el IMPLAN considera que la extensión de los servicios se vuelve más compleja, ya que no es lo mismo llevar agua a una colonia o fraccionamiento alejado, que distribuirla en un espacio vertical y denso ubicado en el centro de la ciudad, que constituye el modelo de crecimiento de la ciudad al que se aspira.

Por otra parte, en referencia a la importancia económica de la región de estudio y el impacto de su evolución en este ámbito sobre la demanda del recurso hídrico, consideremos en principio que para Sinaloa, la importancia económica de Culiacán resulta indiscutible, tomando en cuenta que el PIB de su zona metropolitana es de 163.4 miles de millones de pesos, que corresponde al 36 por

ciento del producto de la entidad y su población corresponde prácticamente a una tercera parte de la población del estado.

Además, la importancia del municipio se ve reflejada en la evolución de la población ocupada a lo largo del tiempo, que, en los últimos 20 años, transitó de 187 mil 968 trabajadores a 354 mil 674, pasando de representar el 28.4 por ciento de la población del estado en 1990, al 27 por ciento en el 2018. También resulta significativo señalar que en el referido periodo la estructura productiva del municipio se modificó, evidenciando la presencia de un mayor componente urbano lo que seguramente resulta en una mayor demanda de agua.

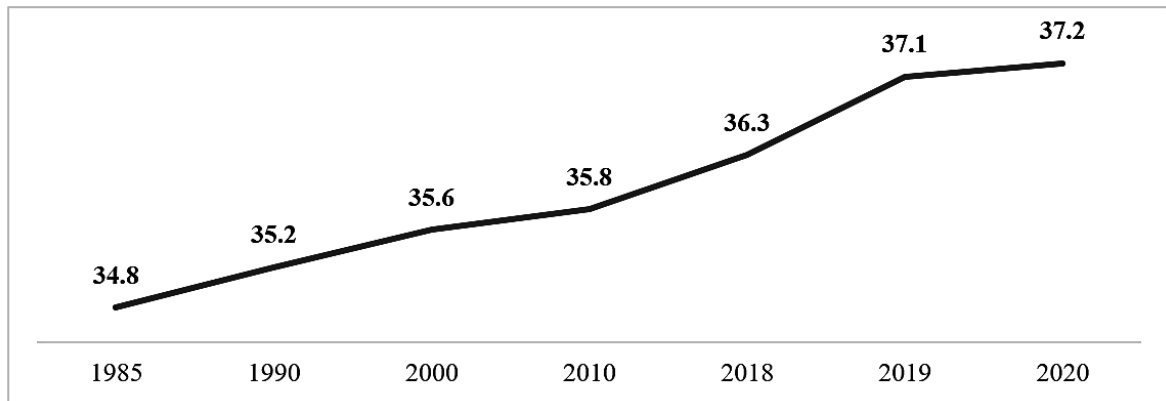
Tal evidencia se aprecia al observar que mientras que, en 1990, en Culiacán, los sectores de mayor peso eran el primario y el terciario, con 24 y 52 por ciento respectivamente, en 2018 resulta claro que el sector primario ha perdido peso y este ha sido ganado por el sector terciario, que del 52 por ciento que representaba en 1990, supera hoy al 78 por ciento. La observación de las tasas de crecimiento en la ocupación por sectores refuerza esta conclusión, ya que el sector terciario es el que muestra el mayor crecimiento (184%), seguido por el sector secundario (82%), mientras que la ocupación en el sector primario acusa una clara caída (-81%).

Al analizar las variables que inciden sobre la oferta del recurso hídrico, es indiscutible la necesidad de encontrar, en los últimos años, evidencia acerca de los efectos del cambio climático a través de la forma en la que este se manifiesta en el comportamiento de las variables clave. Tal es el caso de la temperatura que, en un seguimiento de los últimos cuarenta años, muestra un claro incremento tomando en cuenta los meses más calurosos de los años que se han considerado.

Se observa que, para todos los meses, se presenta un claro incremento en los niveles de temperatura, con el mayor aumento en el mes de julio, con una diferencia de 3.3 °C entre los meses de julio de 1985 y 2019. Además, en una evaluación anual, tomando el promedio de las temperaturas en años completos, de 1985 al 2018, de igual manera se aprecia un aumento permanente en el nivel de las temperaturas con el nivel máximo (33.9 °C) en el 2018 y una diferencia de 2.2 °C en el periodo. Tal situación constituye una evidente manifestación del cambio climático en nuestra región, que seguramente impacta tanto la demanda como la oferta de recursos hídricos.

La observación de las temperaturas máximas en el periodo revela que, en 1985, la temperatura promedio para los meses más calurosos era de 34.8 grados centígrados y el aumento ha sido constante a partir de entonces. Tomados también como promedio de los meses más calurosos, la temperatura fue de 35.2 grados centígrados en 1990, 35.6 en el 2000, 35.8 en 2010, 36.3 en 2018, 37.1 en 2019 y 37.2 en 2020. Un aumento de 2.4 grados centígrados entre 1985 y el 2020, y de casi un grado entre 2018 y 2020 (los últimos tres años) (ver Figura 1).

Figura 1  
**Sinaloa. Promedio de las temperaturas máximas de los meses de junio, julio y agosto de cada año (°C)**



Fuente: elaboración propia con datos tomados de <https://smn.conagua.gob.mx/>.

En general se aprecia el mismo patrón de crecimiento permanente para los meses considerados en los años de referencia, con el mayor salto en el mes de agosto, que pasó de 34.4 grados centígrados en 1985 a 37.1 en 2020, una diferencia de casi 3 grados centígrados (2.7). Las diferencias entre 1985 y 2020 para los meses de junio y julio es de 1.9 y 2.6 grados centígrados, respectivamente. Se observa también que, para los años considerados, junio ha sido el mes más caluroso con una temperatura promedio de 36.8 grados centígrados.

Una variable que también resulta relevante para considerar el comportamiento de la oferta del recurso hídrico en la región es la precipitación pluvial. Lo que se observa es que las precipitaciones presentan un comportamiento irregular en los meses considerados. Agosto y septiembre presentan una caída hasta el año 2000, después del cual las precipitaciones han aumentado. En cambio, las precipitaciones del mes de julio presentan una clara tendencia a la baja después de 1990. El mayor aumento se presenta en el mes de septiembre con una diferencia de 162.2 mm entre los meses de septiembre de 1985 y de 2018, para los meses de agosto la diferencia es de 151 mm, mientras que la caída de las precipitaciones de los meses de julio es de 19 mm en el periodo considerado.

Del comportamiento de las precipitaciones, registradas desde 1985 para los meses de julio, agosto y septiembre de cada año, lo que más llama la atención es la irregularidad con la que se han presentado. Para los años seleccionados, tomados como el promedio de los tres meses señalados, se observa que las mayores precipitaciones se presentaron hace 30 años (283.8 mm en 1990) y las más bajas hace 35 años (155.1 mm en 1985). De manera general, se aprecia un aumento en las precipitaciones a partir del año 2000, pero una caída permanente a partir del 2018 a la fecha (una

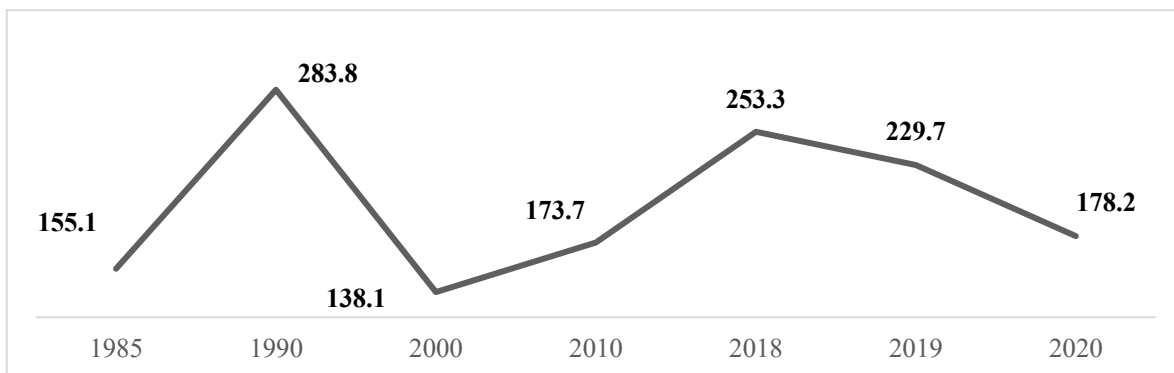


diferencia de -75.1 mm entre 2018 y 2020). En estos tres últimos años, las mayores reducciones en las precipitaciones se han presentado en los meses de septiembre (-169.8 mm) y agosto (-128.8 mm) (ver Figura 2).

Cabe mencionar que el aumento en las precipitaciones resulta relevante para evidenciar los efectos del cambio climático a partir de su comportamiento irregular, pero no para de manera definitiva determinar su influencia sobre la oferta del recurso hídrico, toda vez que depende de que las precipitaciones se den en los lugares que puedan ser aprovechados por las cuencas y, además, en no pocas ocasiones las precipitaciones en exceso en las zonas urbanas afectan de manera negativa la oferta del recurso agua, toda vez que complican los procesos de potabilización.

La irregularidad en el comportamiento de las precipitaciones ha terminado por afectar las cantidades del recurso hídrico almacenado en las presas de la entidad. En Sinaloa existen 11 presas distribuidas en los distintos municipios. Dos en Culiacán, El Fuerte y Sinaloa, y una en Badiraguato, Elota, Cosalá, Salvador Alvarado y Choix. Las más grandes, Miguel Hidalgo (El Fuerte), Adolfo López Mateos (Badiraguato), Luis Donaldo Colosio (Choix), José López Portillo (Cosalá) y Gustavo Díaz Ordaz (Sinaloa).

Figura 2  
**Sinaloa. promedio de las precipitaciones pluviales de los meses de julio, agosto y septiembre de cada año (mm)**



Fuente: elaboración propia con base en información de CONAGUA.  
[smn.conagua.gob.mx](http://smn.conagua.gob.mx).

En este caso, para su análisis, los registros de los volúmenes almacenados en las presas se tomaron desde el 2008, encontrándose que, de entonces a la fecha, en todas las presas se ha reducido la cantidad de agua acumulada. En el periodo (2008-2020) las mayores reducciones se presentaron en las presas de mayor tamaño, con las mayores caídas en las presas Luis Donaldo Colosio (-1,632.37

hm<sup>3</sup>), Adolfo López Mateos (-1,609.33 hm<sup>3</sup>), Miguel Hidalgo (-1,451.15 hm<sup>3</sup>) y José López Portillo (-1,436.11 hm<sup>3</sup>). Sin considerar la presa Juan Guerrero Alcocer que tiene un comportamiento atípico, las presas de Sinaloa, en la actualidad, no tienen ni la mitad de la cantidad de agua que almacenaban doce años atrás. Los casos extremos son el de las presas Gustavo Díaz Ordaz y Luis Donaldo Colosio cuya cantidad almacenada apenas representa el 35.7 y el 36.2 por ciento de los registros del 2008.

Se observa también que las presas presentan un porcentaje de almacenamiento cada vez menor con respecto a su capacidad total. Actualmente, considerando la situación de todas las presas de la entidad, el porcentaje promedio de almacenamiento no alcanza ni el 45 por ciento. Los casos con los menores porcentajes corresponden a las presas Luis Donaldo Colosio (28.9%) y Juan Guerrero Alcocer (31.5%). De las presas con mayor capacidad de almacenamiento, las más grandes, han sido las presas Gustavo Díaz Ordaz, José López Portillo y Adolfo López Mateos, las que han mostrado las mayores reducciones en sus porcentajes de almacenamiento, con cifras de -72.6, -55.7 y -52.1 por ciento, respectivamente (ver Tabla 1).

Tabla 1  
**Almacenamiento de las presas de Sinaloa (hm<sup>3</sup>)**  
2008-2020

Presa	Municipio	Capacidad de almacenamiento	2008	2010	2015	2018	2019	2020	Almacenamiento		
									Diferencia (2008-2020)	2020 respecto a 2008 (%)	2020 con respecto a capacidad (%)
Adolfo López Mateos	Badiraguato	3086.6	2849.3	1900.3	2258.8	1429.4	1229.9	1240.0	-1609.3	43.5	40.2
Gustavo Díaz Ordaz	Sinaloa	1618.8	1827.8	1399.1	1092.0	1035.7	808.6	652.5	-1175.3	35.7	40.3
Ing. Aurelio Besani Viscaino	Elota	403.9	382.6	360.3	387.9	254.1	232.3	224.3	-158.3	58.6	55.5
Ing. Guillermo Blake Aguilar	Sinaloa	294.6	294.7	126.9	260.3	170.8	110.3	112.4	-182.2	38.2	38.2
Josefa Ortíz de Domínguez	El Fuerte	519.3	522.9	436.5	499.4	465.2	451.1	318.3	-204.7	60.9	61.3
José López Portillo	Cosalá	2580.2	2394.3	2126.3	2202.4	1674.3	1208.8	958.2	-1436.1	40.0	37.1
Juan Guerrero Alcocer	Culiacán	54.7	18.4	8.4	18.6	14.7	18.5	17.3	-1.1	94.0	31.5
Eustaquio Buelna	Salvador Alvarado	80.1	89.2	61.2	75.5	77.7	69.4	36.5	-52.7	40.9	45.6
Luis Donaldo Colosio	Choix	3203.0	2558.8	2570.0	2219.8	2534.6	2382.4	926.4	-1632.4	36.2	28.9
Miguel Hidalgo	El Fuerte	3212.9	2811.4	2608.1	2831.6	2527.6	1676.5	1360.3	-1451.2	48.4	41.1
Sanalona	Culiacán	688.0	621.3	363.5	640.0	467.3	408.8	492.8	-128.4	79.3	71.6

Fuente: elaboración propia con base en datos tomados de [sina.conagua.gob.mx](http://sina.conagua.gob.mx).

Considerando entonces el comportamiento de las variables que se han utilizado para este análisis, en resumen, se puede decir que, en Sinaloa, en las últimas cuatro décadas, las temperaturas

han venido aumentando de manera permanente, las precipitaciones pluviales tienen un comportamiento cada vez más irregular y nuestras presas, con el paso del tiempo, almacenan una menor cantidad de agua. Esta situación sin duda afecta y modifica la demanda y la oferta del recurso hídrico, haciendo que resulte obligado el diseño y la instrumentación de políticas públicas que atenúen los efectos nocivos que generan la presencia de una mayor demanda y una mayor escasez de agua.

Un resumen de la información revisada muestra que la demanda del recurso hídrico, en el municipio y ciudad de Culiacán, se encuentra presionada por el aumento de la población, el crecimiento de la infraestructura urbana y la complejidad que a través del tiempo han adquirido las actividades productivas. Por su parte, la oferta del recurso enfrenta factores que inhiben su desarrollo, que están ligados fundamentalmente al cambio climático, que ha generado un aumento en los niveles de temperatura y que ha alterado el ciclo de las precipitaciones afectando las fuentes de almacenamiento y abastecimiento de las cuencas.

Actualmente, la cobertura de servicios de agua potable que presta la Junta Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Culiacán (JAPAC) en materia de agua potable en la zona urbana del municipio de Culiacán, es de casi el 100 por ciento. Para hacerlo, se abastece de agua potable por medio de 11 zonas de captación formadas por 30 pozos profundos y 5 galerías filtrantes que proporcionan aproximadamente el 50 por ciento del agua. Las captaciones más importantes son: Bachigualato, Country, San Lorenzo, Humaya, Guásima, Loma de Rodriguera, Isleta, Campiña y Barrio (CONAGUA, 2014).

Aproximadamente el 80 por ciento del agua producida se realiza en plantas potabilizadoras que aprovechan el agua superficial, el resto de la producción que se le proporciona a la ciudad, proviene de 33 pozos con una producción promedio de 497 litros por segundo (lps), generando en conjunto una producción promedio global de 2 280 lps.

De acuerdo con la CONAGUA (2014), la principal fuente potencial (capacidad instalada) de agua potable la constituye la Potabilizadora San Lorenzo con el 37 por ciento de la capacidad instalada y el 40 por ciento en producción. El organismo considera que en consecuencia existe una fuerte dependencia con respecto a esta planta potabilizadora, que se traduce en un riesgo en el abastecimiento de agua para la ciudad. La JAPAC, destaca que la planta Juan de Dios Bátiz, ciertamente tiene una capacidad instalada de 800 lps, pero solo genera un promedio de 620 lps, lo que se traduce en un uso ineficiente de los recursos disponibles.

Es importante destacar que, dado que las plantas potabilizadoras se alimentan de aguas superficiales, las lluvias excesivas generan serios problemas de operación e incremento en consumos de productos químicos por la alta incidencia de agua turbia en las aguas superficiales de los ríos y canales que las abastecen. Como consecuencia de ello, en las plantas potabilizadoras Juan de Dios

Bátiz, Isleta y Country se presentan problemas de altas turbiedades mismas que oscilan desde 73 hasta 18 000 UTN (CONAGUA, 2014).

La CONAGUA (2014), manifiesta su preocupación por el hecho de que, de los 48 tanques de almacenamiento que existen, 11 son de los llamados elevados y constituyen apenas el 3 por ciento de la capacidad de almacenamiento de agua en la ciudad, mientras que los tanques de fuente superficial constituyen el 81 por ciento del total de la capacidad de almacenamiento. Esto significa que la fuente principal de almacenamiento está dada por tanques de fuentes superficiales, lo cual da cuenta de la existencia de una fuerte dependencia sobre la temporalidad de las precipitaciones, lo que a su vez pone en riesgo la capacidad de abastecimiento de agua para la ciudad, ya que sería deseable tener una mayor capacidad de almacenamiento de agua considerando el crecimiento poblacional, la rehabilitación de las fuentes existentes, la incorporación de nuevos suministros y el crecimiento urbano.

De hecho la CONAGUA (2014), en el mismo sentido, precisa que el agua que se ha producido en Culiacán, históricamente ha sido suministrada principalmente por las fuentes superficiales y las subterráneas, mismas que muestran una tendencia divergente, ya que mientras históricamente se ha generado más agua de fuentes superficiales, para el mismo periodo se aprecia una tendencia negativa en la producción de agua subterránea, lo cual refuerza la idea de una creciente dependencia con respecto a las aguas superficiales, ligadas a la regularidad de las precipitaciones.

La información recabada, de acuerdo con la CONAGUA (2014), pone de manifiesto la dependencia del suministro de las fuentes superficiales y la escasez o falta de búsqueda de fuentes alternativas, ya que las fuentes subterráneas mantienen una tendencia decreciente en la extracción de agua anual. Con más precisión, la CONAGUA (2014), considera que puede deberse a la disminución de los mantos freáticos por sobreexplotación, a que las recargas del acuífero han sido insuficientes o bien puede ser generada por la variación espacial y temporal de las precipitaciones.

De manera complementaria, la CONAGUA (2014) considera que en Culiacán existe una relación sana de consumo de agua respecto a su dotación, ya que se observa que el consumo de agua no excede a la dotación que existe de esta. Específicamente, se consume en promedio 67 por ciento de la dotación de agua y, además, la CONAGUA (2014) señala que el comportamiento combinado de ambas variables no ha cambiado de manera sustancial a través del tiempo.

A pesar de estos datos, aparentemente satisfactorios, la CONAGUA (2014) considera que al menos en la ciudad de Culiacán, se puede establecer que existe un problema de escasez de agua. Las razones de esta situación tienen que ver con la dependencia de fuentes superficiales, con la disminución en el potencial de aguas subterráneas, con el incremento en el costo del agua potable debido a fuentes como las turbulencias medidas en UTN, con las ineficiencias en la evolución del

precio del agua dado que no aumenta la tarifa conforme aumentan los costos y, muy importante, con el hecho de que las aguas tratadas no son aprovechadas como fuente de riego de parques, jardines y riego agrícola a pesar de ser agua que cumple con estándares de calidad.

La CONAGUA (2014) considera que existen también datos no satisfactorios en el indicador de eficiencia física 1, que se refiere a la proporción de agua consumida entre el agua potable que se produce; en el indicador de eficiencia física 2, que se refiere al volumen de agua facturado entre el volumen de agua potable producida y; en el indicador de la eficiencia comercial, que se refiere al agua pagada entre el agua facturada. La CONAGUA (2014) revela que existe evidencia de un uso irracional del recurso hídrico en la ciudad de Culiacán, ya que realmente el agua que se produce por el organismo operador solo se consume menos del 70 por ciento en términos de eficiencia física 1, menos del 75 por ciento en términos de eficiencia física 2 y, con respecto a la eficiencia comercial, se paga menos del 80 por ciento del agua total facturada.

Para el municipio de Culiacán, construir una idea de balance hídrico, significa tomar en cuenta que se espera que la suma de los volúmenes ingresados al sistema de distribución por cualquier concepto sea igual a la suma de los que salen de él. Como se ha señalado, en el caso de Culiacán, la suma de los volúmenes que ingresan está integrada por las extracciones de pozos, de los ríos Tamazula y Humaya y del Canal San Lorenzo, mientras que los volúmenes que egresan resultan de sumar los consumos por tomas domiciliarias, el servicio contra incendios, el agua tomada por los carros tanque, el riego de las zonas verdes, el agua empleada en el lavado de calles, fuentes públicas, el agua perdida en las fugas de la red y la consumida en servicios ornamentales y recreativos y los errores en la medición (ver Tabla 2).

Como en la mayoría de las ciudades del mundo, el agua que se extrae de las fuentes naturales siempre es una cantidad mayor de agua a la que finalmente se consume, debido a que, en unas ciudades más que en otras, existen pérdidas a lo largo del proceso, tanto físicas como comerciales. De acuerdo con la CONAGUA (2014), para reducir las pérdidas, es necesario identificar en qué parte del proceso se están presentando en mayor cuantía, para establecer posibles soluciones. En este contexto, la CONAGUA (2014) considera que “el balance de agua es un procedimiento que permite identificar las asimetrías entre la producción y el consumo de agua, estas pérdidas son el objetivo principal en un sistema de planeación estratégica orientado a reducir las fugas de agua en un organismo operador”. (CONAGUA, 2014:70).



Tabla 2  
**Culiacán. Consumo y dotación de agua**  
 2002-2020

AÑO	CONSUMO (l/h/d)	DOTACIÓN (l/h/d)	RELACIÓN CONSUMO/DOTACIÓN (%)
2002	168.71	247.57	68.15
2003	166.01	260.47	63.73
2004	167.40	245.77	68.11
2005	151.61	229.86	65.96
2006	158.84	240.86	65.95
2007	164.04	238.23	68.86
2008	165.73	241.16	68.72
2009	168.80	256.65	65.77
2010	152.01	233.67	65.05
2011	189.28	279.34	67.76
2012	181.32	261.59	69.31
2019	186.00	243.00	76.54

Fuente: tomado de CONAGUA (2014, actualización 2020 proporcionada por JAPAC).

En realidad, para enfrentar un déficit en el balance de agua, siempre se tendrán las alternativas de enfrentarlo atendiendo los factores de la oferta o los de la demanda. En general se opta por la primera vía, pero es la segunda, la referida con la administración de la demanda de agua, la que tiene mayores puntos de contacto con el cuidado del medio ambiente y la sustentabilidad de los usos del agua. De acuerdo con Salazar y Pineda (2010) citados en CONAGUA (2014), este enfoque se fundamenta en el principio de que cuando existe escasez lo primero que debe atenderse es la reducción y eliminar los desperdicios, esto conduce a ubicar las fugas, dar mantenimiento adecuado a las redes de suministro, revisar y suprimir los usos menos justificados, tales como el lavado de los automóviles, el riego de suelos y banquetas o emplear el recurso más eficiente en la higiene personal.

La CONAGUA (2014), considerando el crecimiento poblacional de la ciudad de Culiacán, determinó el consumo en metros cúbicos por habitante por día, así mismo determinó el consumo que tendría dicha ciudad en forma global y cuál podría ser el consumo de agua considerando las pérdidas.

La Tabla 3 muestra la capacidad instalada actual y las capacidades que deberán tenerse para el futuro. Por ejemplo, para el año 2030, la ciudad de Culiacán deberá tener una capacidad instalada de 0.3307 millones de m<sup>3</sup> por día, por lo que la brecha hídrica entre oferta y demanda de agua para el 2030, se estima que sea de 0.0937 millones de m<sup>3</sup> por día. Precisamente esta situación obliga a que se establezca una planeación de los recursos hidráulicos y el emprendimiento de acciones de solución.

Tabla 3  
**Culiacán. Proyección de capacidad instalada y brecha hídrica**  
 2014-2030

Año	2014	2020	2025	2030
Población	743,222	804,552	849,016	888,268
Elasticidad ingreso de la demanda	0.3	0.3	0.3	0.3
PIB per Cápita (Índice 2014=100)	100%	104.75%	107.62	109.94%
Consumo per cápita de agua (m <sup>3</sup> /hab/día)	0.18189	0.18448	0.18605	0.18731
Consumo de agua de la ciudad (millones de m <sup>3</sup> /día)	0.13518465	0.14842375	0.15795943	0.16638148
Eficiencia Física (Statu Quo) (%)	67.99	68.82	69.5	70.19
Consumo de agua de la ciudad con pérdida (millones de m <sup>3</sup> /día)	0.1988	0.2157	0.2273	0.237
Consumo de agua de la ciudad con 10% menos de pérdidas (millones de m <sup>3</sup> /día)	0.1733	0.1883	0.1987	0.2075
Capacidad instalada anual (millones de m <sup>3</sup> /día)	0.2687	0.295	0.314	0.3307
Brecha hídrica (Statu Quo) (millones de m <sup>3</sup> /día)	0.0699	0.0793	0.0867	0.0937
Brecha hídrica (Eficiente) (millones de m <sup>3</sup> /día)	0.0954	0.1067	0.1153	0.1232

Fuente: tomado de CONAGUA (2014).

## **5.2. Índice Global de Sustentabilidad Hídrica e Índice Global de Acceso a los Servicios Básicos de los Recursos Hídricos.**

Como se ha señalado, para tener una mayor y mejor evidencia del cumplimiento satisfactorio de lo que se espera en términos de la llamada sustentabilidad hídrica, se construirá el Índice Global de Sustentabilidad Hídrica (IGSH), cuyo propósito es medir la forma en la que se realiza la gestión de los recursos hídricos para lograr la sustentabilidad en las cuencas y acuíferos del municipio y garantizar así la seguridad hídrica. Para su elaboración se toma en cuenta la cantidad de agua de que se dispone y la que es consumida por los diferentes tipos de usuarios, la calidad del agua y la administración de los recursos hídricos.

Para obtener el IGSH, se requiere de la construcción previa de 4 subíndices: El Subíndice de Grado de Presión sobre los Recursos Hídricos (SGPSRH), el Subíndice para la Medición del Ciclo Hidrológico (SMCH), el Subíndice para medir la Calidad del Agua (SCA) y el Subíndice que mide la Gestión Hídrica (SGH).

Para la construcción de cada uno de estos subíndices, se toman en cuenta un conjunto de variables relacionadas con el propósito de la medición del subíndice. Por ejemplo, las variables a considerar en la construcción del SGPSRH son el grado de presión sobre el agua superficial por uso agrícola, el grado de presión sobre el agua superficial por uso en abastecimiento público-urbano, el grado de presión sobre el agua superficial por los usos en la industria autoabastecida y termoeléctricas, el grado de presión sobre el agua subterránea por uso agrícola, el grado de presión sobre el agua subterránea por uso en abastecimiento público-urbano y el grado de presión sobre el agua subterránea por los usos en la industria autoabastecida y termoeléctricas.

Para la construcción del SMCH, se incluyen el número de estaciones hidrométricas en operación, el número de estaciones climatológicas en operación, el número de sitios superficiales de medición de la calidad del agua y el porcentaje de sitios de medición con información completa de los indicadores de calidad del agua superficial.

Por su parte, la construcción SCA requiere tomar en cuenta el porcentaje de sitios de monitoreo con buena y excelente calidad del agua respecto a DBO5, el porcentaje de sitios de monitoreo con buena y excelente calidad del agua respecto a DQO y el porcentaje de sitios de monitoreo con buena y excelente calidad del agua respecto a SST.

Finalmente, en la elaboración del SGH, se incorpora información sobre el número de estaciones de medición automatizada de volúmenes extraídos, la verificación de aprovechamientos de aguas nacionales y bienes públicos inherentes, la recaudación por organismo de cuenca, el porcentaje de acuíferos sin sobreexplotación y el número de cuencas hidrológicas sin déficit.

La información de la que se dispone permite realizar el cálculo de los subíndices para las Regiones Hidrológicas que existen en el país. Todas ellas constituyen el universo para la medición y dado que la ciudad y el municipio de Culiacán forman parte de las cuencas hidrológicas de la llamada Región Pacífico Norte, el cálculo se realiza con la información que corresponde a esta Región Hidrológica.

De acuerdo con la metodología descrita, se parte de la información de las 13 Regiones Hidrológicas a efecto de estandarizar la información de cada Región (en este caso la Región Pacífico Norte) considerando los máximos y mínimos para cada año tomando en cuenta todas las regiones. De esta manera se obtienen los valores que corresponden a cada uno de los subíndices, que se muestran en la Tabla 4 para los años 2012 y 2017.

Dados los criterios de interpretación del Índice Global de Sustentabilidad Hídrica, valores pequeños significan un deterioro o una disminución en la Sustentabilidad Hídrica, por lo que la interpretación de los subíndices sobre los que se basa su construcción tiene una interpretación similar. Tomando los extremos del periodo analizado para los efectos del presente análisis, se observa que del 2012 al 2017 solo el SMCH presenta una mejoría. El resto, el SGPSRH, el SCA y el SGH empeoraron en el periodo. Esto significa que en este lapso aumentó la presión sobre los recursos hídricos, empeoró la calidad del agua y se deterioró la gestión hídrica.

La mayor caída se aprecia en la calidad del agua, seguida de la presión sobre los recursos hídricos. En este caso, significa que considerando los distintos usos que al recurso hídrico se le da, en actividades agrícolas, abastecimiento de las zonas urbanas y utilización en la industria, se ha generado sobre él un mayor grado de presión. Una revisión más detallada de estos indicadores muestra que la presión ha aumentado más en el caso del recurso hídrico que se obtiene de fuentes subterráneas, lo cual resulta consistente con un señalamiento hecho con anterioridad, en el sentido de una marcada disminución del recurso hídrico proveniente de esta fuente.

Tabla 4  
**Región Hidrológica Pacífico Norte. Subíndices del IGSB**  
 2012-2017

Subíndices del Índice Global de Sustentabilidad Hídrica	AÑOS	
	2012	2017
<b>GRADO DE PRESIÓN SOBRE LOS RECURSOS HÍDRICOS</b>	<b>0.8412</b>	<b>0.8226</b>
Grado de presión sobre el agua superficial por uso agrícola (%).	38.7	37.91
Grado de presión sobre el agua superficial por uso en abastecimiento público-urbano (%).	1.35	1.38
Grado de presión sobre el agua superficial por los usos en la industria autoabastecida y termoeléctricas (%).	0.17	0.17
Grado de presión sobre el agua subterránea por uso agrícola (%).	30.29	36.23
Grado de presión sobre el agua subterránea por uso en abastecimiento público-urbano (%).	10.2	10.55
Grado de presión sobre el agua subterránea por los usos en la industria autoabastecida y termoeléctricas (%).	0.59	0.7
<b>MEDICIÓN DEL CICLO HIDROLÓGICO</b>	<b>0.259</b>	<b>0.284</b>
Número de estaciones hidrométricas en operación.	51	48
Número de estaciones climatológicas operando.	145	151
Número de sitios superficiales de medición de la calidad del agua.	269	316
Porcentaje de sitios de medición con información completa de los indicadores de calidad del agua superficial.	68.4	70.57
<b>CALIDAD DEL AGUA</b>	<b>0.772</b>	<b>0.724</b>
Porcentaje de sitios de monitoreo con buena y excelente calidad del agua respecto a DBO5.	90.26	92.83
Porcentaje de sitios de monitoreo con buena y excelente calidad del agua respecto a DQO.	55.98	53.36
Porcentaje de sitios de monitoreo con buena y excelente calidad del agua respecto a SST.	91.08	87.66
<b>GESTIÓN HÍDRICA</b>	<b>0.232</b>	<b>0.217</b>
Número de estaciones de medición automatizada de volúmenes extraídos.	0	17
Verificación de aprovechamientos de aguas nacionales y bienes públicos inherentes.	1136	14205
Recaudación por organismo de cuenca (millones de pesos).	271	222
Porcentaje de acuíferos sin sobreexplotación.	91.67	79.17
Número de cuencas hidrológicas sin déficit.	44	56

Fuente: elaboración propia con base en datos del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica. snieg.mx.

Una vez que los 4 subíndices han sido calculados, el promedio simple de los mismos permite obtener el IGSB, en este caso para los años de 2012 y 2017. Como consecuencia de la disminución de la mayor parte de los subíndices, el índice Global de Sustentabilidad Hídrica, presenta también una disminución, en este caso de 0.0142 puntos. De manera general, este comportamiento pone en evidencia que la forma en la que se realiza la gestión de los recursos hídricos para lograr la

sustentabilidad en las cuencas y acuíferos de la Región Hidrológica Pacífico Norte se ha deteriorado en los últimos cinco años, por lo que deben implementarse medidas correctivas a fin de garantizar la seguridad hídrica (ver Tabla 5).

Tabla 5  
**Región Hidrológica Pacífico Norte. IGSH**  
 2012-2017

<b>ÍNDICE GLOBAL DE SUSTENTABILIDAD HÍDRICA</b>	0.52605	0.5119
---	---------	--------

*Fuente: elaboración propia con base en datos del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica. snieg.mx.*

Tabla 6  
**Región Pacífico Norte. Subíndices del Índice Global de Sustentabilidad Hídrica**  
 2012-2017

Subíndices	Años					
	2012	2013	2014	2015	2016	2017
SGPSRH	0.841	0.868	0.823	0.820	0.822	0.823
SMCH	0.259	0.266	0.272	0.272	0.282	0.284
SCA	0.772	0.162	0.382	0.708	0.805	0.724
SGH	0.232	0.250	0.259	0.269	0.291	0.217

*Fuente: elaboración propia con base en datos del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica. snieg.mx.*

Como se ha establecido, para el IGSH, valores iguales o superiores a 0.65 permiten considerar que la Región Hidrológica tiene una sustentabilidad hídrica alta, mientras que para valores mayores a 0.43 pero menores a 0.65 se considera que tiene una sustentabilidad hídrica media. El peor escenario es tener en el índice valores menores o iguales a 0.43 ya que identifican a la Región Hidrológica con sustentabilidad hídrica baja. En este caso, los valores del IGSH ubican a la Región Hidrológica Pacífico Norte en el escenario intermedio, es decir, existe una sustentabilidad hídrica media, pero con valores en el periodo acercándose al extremo inferior de los límites considerados para esta categoría.

El seguimiento a través del periodo del comportamiento de los cuatro subíndices refuerza el planteamiento anterior. Puede observarse que el único subíndice que mantiene una cierta estabilidad es el SMCH, ya que el SGPSRH después de una recuperación mostrada en el 2013 luego cae de manera permanente, mientras que el SCA después de la estrepitosa caída en el 2013, se recupera, pero

sin alcanzar los niveles del año 2012. Por su parte el SGH muestra un comportamiento incierto, pero termina con un nivel por debajo del alcanzado en 2012 (ver Tabla 6).

Con el propósito de reforzar el presente análisis, se muestra enseguida el proceso de construcción del Índice Global de Acceso a los Servicios Básicos de Agua (IGASBRH). A diferencia del índice anterior, este se concentra en el suministro del recurso hídrico en el ámbito público-urbano y su propósito es evaluar el impacto de la política hídrica en tres dimensiones: cobertura, calidad y eficiencia de los servicios agua potable y saneamiento.

En este caso la construcción del IGASBRH, requiere de la construcción previa de dos subíndices, el Subíndice de Acceso a los Servicios de Agua Potable (SASAP) y el Subíndice de Acceso a los Servicios de Saneamiento (SASS). El SASAP incluye la cobertura de agua potable, la cobertura urbana de agua potable, la cobertura rural de agua potable y el porcentaje de agua desinfectada. Por su parte, para la construcción del SASS debe considerarse la cobertura de alcantarillado, la cobertura urbana de alcantarillado, la cobertura rural de alcantarillado, la eficiencia en la recolección del agua residual generada y la cobertura de tratamiento de las aguas residuales municipales.

En este caso, la información de la que se dispone permite realizar el cálculo de los subíndices para las entidades federativas del país. Todas ellas constituyen el universo para la medición y, dado que la ciudad y el municipio de Culiacán forman parte del estado de Sinaloa, se consideran las cuencas hidrológicas que se encuentran en esta región.

De acuerdo con la metodología descrita, se parte de la información de las 32 entidades federativas a efecto de estandarizar la información de cada entidad (en este caso Sinaloa) considerando los máximos y mínimos para cada año tomando en cuenta todas las regiones. De esta manera se obtienen los valores que corresponden a cada uno de los subíndices, que se muestran en la Tabla 7 para los años 2012 y 2016.

Dados los criterios de interpretación del Índice Global de Acceso a los Servicios Básicos de Agua, valores mayores significan una mejoría en la accesibilidad a los servicios básicos del agua, por lo que la interpretación de los subíndices sobre los que se basa su construcción tiene una interpretación similar. Tomando los extremos del periodo analizado para los efectos del presente análisis, se observa que del 2012 al 2016 tanto el SASAP como el SASS aumentaron en el periodo. Esto significa que mejoró tanto el acceso a los servicios de agua potable como a los servicios de saneamiento. El mayor aumento se aprecia en los servicios de saneamiento, destacando en ellos una mayor cobertura en el tratamiento de aguas residuales y una mayor cobertura de alcantarillado en las zonas rurales (ver Tabla 7).



Tabla 7  
**Sinaloa. Subíndices del IGASBRH**  
 2012-2016

Subíndices del índice Global de Acceso a los Servicios Básicos de Agua (IGASBRH)	Años	
	2012	2016
<b>ACCESO A LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE</b>	<b>0.827</b>	<b>0.860</b>
Cobertura de agua potable (%).	95.06	95.68
Cobertura urbana de agua potable (%).	98.43	97.73
Cobertura rural de agua potable (%).	85.84	92.07
Agua desinfectada (%).	98.93	98.9
<b>ACCESO A LOS SERVICIOS DE SANEAMIENTO</b>	<b>0.742</b>	<b>0.803</b>
Cobertura de alcantarillado (%).	91.52	92.93
Cobertura urbana de alcantarillado (%).	96.57	97.25
Cobertura rural de alcantarillado (%).	77.75	82.43
Eficiencia de recolección del agua residual generada (%).	92.6	93.05
Cobertura de tratamiento de aguas residuales municipales (%).	77.29	87.53

*Fuente: elaboración propia con base en datos del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica. snieg.mx.*

Una vez que los 2 subíndices han sido calculados, el promedio simple de los mismos permite obtener el IGASBRH, en este caso para los años de 2012 y 2016. Como consecuencia del aumento de los 2 subíndices, el Índice Global de Acceso a los Servicios Básicos del Agua, presenta también un aumento, en este caso de 0.047 puntos. De manera general, este comportamiento pone en evidencia que tanto el acceso a los servicios de agua, como el acceso a los servicios de saneamiento han mejorado en Sinaloa en los últimos cinco años (ver Tabla 8).

Tabla 8  
**Sinaloa. IGASBRH**  
 2012-2016

<b>ÍNDICE GLOBAL DE ACCESO A LOS SERVICIOS BÁSICOS DE AGUA (IGASBRH)</b>	0.7845	0.8315
--	--------	--------

*Fuente: elaboración propia con base en datos del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica. snieg.mx.*

Como se ha señalado, para el IGASBRH, valores iguales o superiores a 0.82 permiten considerar que la Región Hidrológica, en este caso Sinaloa, cuenta con servicios adecuados de accesibilidad al recurso hídrico, mientras que para valores mayores a 0.57 pero menores a 0.82 se considera que cuenta con servicios regulares. El peor escenario es tener en el índice valores menores o iguales a 0.57 ya que identifican a la Región Hidrológica con la presencia de servicios deficientes. En este caso, los valores del IGASBRH ubican a Sinaloa en el escenario intermedio en el 2012, es decir, existen servicios regulares, pero para el 2016 Sinaloa se ubica en la categoría de servicios adecuados en cuanto al acceso a los recursos hídricos.

Tabla 9  
**Sinaloa. Subíndices del Índice Global de Acceso a los Servicios Básicos de Agua 2012-2016**

Subíndices	Años				
	2012	2013	2014	2015	2016
SASAP	0.817	0.883	0.911	0.845	0.860
SASS	0.742	0.767	0.812	0.780	0.803

*Fuente: elaboración propia con base en datos del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica. snieg.mx.*

El seguimiento a través del periodo del comportamiento de los dos subíndices del IGASBRH, refuerza el planteamiento anterior. Puede observarse que ambos indicadores crecen hasta 2014 y luego caen, mostrando una recuperación en el último año que los sitúa, en ambos casos, por encima del nivel inicial en 2012. Es decir, se hace evidente para Sinaloa una mejoría tanto en el acceso a los servicios de agua potable, como a los servicios de saneamiento (ver Tabla 9).

## ➔ 6. Políticas Públicas para la Gestión del Agua. La Gestión Integral de los Recursos Hídricos Municipales y sus implicaciones.

Partiendo de la información teórica y empírica recabada en la presente investigación, se procede ahora a hacer un ejercicio de evaluación de las políticas públicas responsables de la gestión del agua, así como su aplicación para el municipio y el desempeño de los participantes responsables. El criterio de la evaluación consiste en satisfacer los requerimientos de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos Municipales propuestos en el apartado correspondiente del presente análisis.

En el presente, al menos en el municipio, los números crudos parecen indicar que la cantidad de agua disponible es suficiente para satisfacer las necesidades económicas, sociales y

medioambientales, pero al indagar minuciosamente en cada uno de estos aspectos, esa suficiencia no puede darse por sentada. En años recientes el municipio se ha enfrentado a crisis de sequías y alimentarias. De acuerdo con el Monitor de Sequía de CONAGUA, todavía en 2019, diez de los dieciocho municipios de Sinaloa, entre ellos Culiacán, se vieron afectados por problemas de sequía, lo que contrajo crisis alimentarias y de salud (Ramírez, 2019), es decir, no se contó con una preparación suficiente para contrarrestar las condiciones de sequía provocadas por escasez de agua.

El ecosistema y la infraestructura hídrica del municipio, así como la población y el estado deberán mantener una coordinación pertinente que guarde la suficiencia de agua para esta generación y las que vendrán después. Es con esa premisa que se elaboraron los requerimientos de la GIRHMU tratada en esta investigación.

*i. Que haya condiciones para satisfacer la demanda actual y futura de agua.*

Se puede comenzar por dividir estas condiciones en condiciones endógenas y condiciones exógenas. Las condiciones endógenas son aquellas que están dentro del control de la población y del Estado, mientras que las exógenas son propias de los ecosistemas y factores climatológicos. En cuanto a las condiciones exógenas, puede esperarse que progresivamente se vuelvan propicias para la escasez de agua. La variación observada en la temperatura provocada por el cambio climático proyecta picos cada vez más elevados para los próximos años, lo que provocará un incremento en la demanda del recurso hídrico.

Se puede considerar como otra condición exógena causante de una potencial escasez de agua, el incremento poblacional fuera de la RHA-III y particularmente de Culiacán. Por su especialización económica, Sinaloa es un estado agrícola y el municipio de Culiacán no es la excepción entre los municipios del estado. Sinaloa es un proveedor de alimentos de origen agrícola a nivel nacional e internacional. En términos absolutos, Sinaloa fue el estado al que más agua se le concesionó en 2018 con 9 mil 570 millones de metros cúbicos de los cuales 9 mil 16 estuvieron destinados a uso agrícola. Para Culiacán se concesionaron mil 978 millones de metros cúbicos al sector agrícola de un total de 2 mil 151 del total concesionado (CONAGUA, 2018). En el municipio de Culiacán se siembran 5 mil 309 hectáreas en el ciclo otoño-invierno, 271 hectáreas en el ciclo primavera-verano y 393 de cultivos perennes (CONAGUA, 2018). Si la demanda de productos agrícolas se incrementa no se podrá reducir la proporción de agua que se dedica en Culiacán a la producción agrícola.

Sin embargo, no todas las condiciones exógenas incurren en reducción de disponibilidad de agua. Por su ubicación y condiciones geográficas, la RHA-III siempre ha conseguido mantenerse por encima del promedio nacional en disponibilidad de agua. En 2017, el agua renovable per cápita fue de 5 mil 823 m<sup>3</sup> por habitante al año para la RHA-III, mientras que el promedio nacional fue de 3 mil 656 (CONAGUA, 2018).

Es por lo anterior que no sólo será necesario ejecutar acciones sobre las condiciones endógenas para resolver crisis actuales, sino que adicionalmente se tendrán que tomar medidas para contrarrestar los efectos de las condiciones externas que incurren en la demanda del recurso hídrico y aprovechar las condiciones que facilitan su oferta.

En lo que se refiere a las condiciones endógenas, no se puede afirmar que existen las condiciones para satisfacer demandas actuales de agua en forma consistente. Aunque exista una infraestructura casi suficiente y un tratamiento adecuado del agua potable, aún se presentan periodos de sequía en los meses más cálidos del año.

*ii. Que se distribuya de manera adecuada entre los distintos tipos de usos consuntivos.*

Del agua concesionada para usos consuntivos en el municipio de Culiacán, el 91.98% (1978.197 mh<sup>3</sup>) está destinada al sector agrícola, el 7.57% (162.805 hm<sup>3</sup>) al abastecimiento público y el 0.45% restante a la industria autoabastecida. Aunque era de esperarse, niveles más elevados para unos rubros que otros, esta proporción contrasta un poco con el promedio nacional, que destina 75.7%, 14.7% y 4.9% a cada rubro respectivamente, además de un 4.7% a la energía eléctrica excluyendo hidroelectricidad.

Es comprensible que se destine un porcentaje más alto al sector agrícola en Culiacán sobre la media nacional debido justamente a la especialización económica de la zona, pero al considerar el factor de eficiencia del riego que se aborda en un punto posterior, aportar más del 90% del agua para este fin resulta excesivo. Si se busca conseguir una sustentabilidad a partir de la gestión del agua, en un futuro inmediato deberán normalizarse y estandarizarse medidas de eficiencia en el riego para los cultivos agrícolas.

*iii. No se desaproveche o desperdicie.*

Según información de CONAGUA en el distrito de riego correspondiente a Culiacán (010 Culiacán - Humaya) se utilizaron mil 845 hm<sup>3</sup> para riego de cultivos. Si se considera que el factor de eficiencia de riego para Sinaloa es de un 39%, hay mil 125 hm<sup>3</sup> de agua que no se aprovechan por trasmisión o traspiración y vuelve al ciclo hidrológico quedando inutilizable en el corto plazo. En otras palabras, más de un 52% del agua concesionada al municipio es desaprovechada.

*iv. Que esté limpia. Que se contamine a una tasa que sea posible asimilar.*

Se ha encontrado que los ríos Humaya, Tamazula y Culiacán, ubicados en el valle de Culiacán podrían servir como albergue y fuente de transmisión de diferentes serotipos de Salmonella con alta resistencia a antibióticos como cloranfenicol, ampicilina, amoxicilina y trimetoprim-sulfametoxazol, siendo estos los antibióticos más usados en tratamiento contra la salmonella y tifoidea, volviéndose un problema de salud pública (Castañeda-Ruelas, 2018).

Los ríos de Culiacán cuentan también con lirio acuático, mancha verde y la contaminación por plásticos. La mayor cantidad de contaminación que se presenta en el río se da en el tramo comprendido entre Ciudad Universitaria y el Puente Negro. Esto provoca insuficiente oxigenación del agua y deterioradas condiciones para la preservación de la fauna acuática de la región (El Debate, 2018).

La intensidad de la actividad agrícola también se convierte en un foco de contaminación para los cuerpos de agua del municipio junto a los desechos industriales, fuentes naturales y asentamientos urbanos. Al utilizar agroquímicos o fertilizantes en los cultivos, la planta no los aprovecha al cien por ciento, por lo que cuando azota la lluvia ocasiona un proceso de lixiviación, es decir, una contaminación difusa en el agua, que se interna hasta la laguna costera (Andrade, 2017).

La contaminación vertida en las aguas de la cuenca del municipio no ha significado un impedimento o un obstáculo significativo para el desarrollo de la actividad económica y social del municipio, lo que no significa que tenga efectos despreciables. La contaminación ha provocado crisis en la agricultura que hasta ahora ha sido posible solventar, pero ha provocado también crisis de salud que han costado vidas humanas. Las acciones para contrarrestar estas condiciones contaminantes deberán estar en los primeros lugares de prioridades en una GIRHMU.

*v. Programas de educación y promoción de una cultura del consumo responsable del agua.*

El programa de educación básica en México busca introducir la concientización sobre el cuidado del agua y del medio ambiente en general desde la educación primaria. En casi todos los grados de la educación primaria está considerada la atención al cuidado del medio ambiente y los recursos naturales como una manera de interiorizar la conciencia de los estudiantes desde edades tempranas. Por su parte, a nivel municipal La Junta Municipal de Agua y Alcantarillado de Culiacán ha desarrollado el programa “Guardianes del Agua” dirigido a la población de Culiacán con el propósito de concientizar sobre el uso inteligente del agua en el municipio.

El programa se presenta como una invitación para todas las edades a tomar acciones que formen una conciencia social cada vez más identificada con los valores de preservación del agua y el medio ambiente. El programa consiste en impartir pláticas, capacitación y proyección de videos sobre el uso responsable del agua, además de organizar visitas guiadas para conocer el proceso de potabilización del agua y saneamiento de las aguas residuales.

“Guardianes del Agua” cuenta también con un programa de radio conformado por comentarios, entrevistas en vivo, reportajes y cápsulas informativas transmitido semanalmente con el propósito de informar sobre la cultura del uso racional del agua y crear conciencia sobre la importancia del agua en la vida diaria y el cuidado del medio ambiente y los recursos naturales.

*vi. Participación ciudadana. Democratización en el uso del agua.*

Un síntoma que se presenta con frecuencia a lo largo del territorio nacional es que los organismos y los consejos de cuenca tienen una función meramente formal. Su papel se reduce a una intermediación entre los usuarios y las autoridades federales. Si la participación de estos organismos y consejos es virtualmente nula, la participación ciudadana queda en una posición aún menos ventajosa en la toma de decisiones en lo que a gestión del agua se refiere (Pineda et.al, 2018).

El vicio de la centralización de poderes está muy arraigado en las instituciones responsables de gestionar los recursos hídricos en México y la tarea consiste en superar esa barrera para fomentar y hacer efectiva la participación ciudadana y su voto en la toma de decisiones sobre el rumbo que habrá de tomar la gestión de los recursos hídricos municipales, no sólo para Culiacán sino para todos los municipios del país. En este rubro se puede afirmar que no se cuenta con las condiciones necesarias para considerar la gestión como integral en el sentido de integración de todos los actores relacionados con el uso de los recursos hídricos.

*vii. Existen normativas y/o legislaciones suficientes adecuadas o ¿qué hace falta?*

Existe un trabajo de Pineda et. al. (2014) donde se realiza un análisis de los derechos del agua en la gestión por cuenca. En tal trabajo se hace un recorrido por los conceptos y normatividad estipulados en la Ley de Aguas Nacionales y se hace una evaluación del compromiso de lo establecido con la sustentabilidad y la conservación del recurso hídrico. Se identificó una flaqueza fundamental entonces que sigue vigente y no se ha remediado aún: se menciona una gestión eficiente del agua, pero no se especifican límites a las extracciones de los concesionarios. El Estado aparece como el principal responsable de la gestión de los recursos hídricos, pues es el que tiene la última palabra en asignaciones y concesiones de agua mientras el papel de los consejos de cuenca y otras dependencias locales es el de ser ratificadores y voceros de estas decisiones. Sumado a esto, es el Estado federal quien designa a los dirigentes y altos funcionarios de las citadas dependencias.

*viii. Capacidad de adaptación al cambio climático.*

En la actualidad está empíricamente demostrado que la gestión actual de los recursos hídricos municipales no está lista para hacer frente al calentamiento global producido por el cambio climático. Cada año las altas temperaturas que azotan al noroeste del país provocan sequías en la mayor parte de los municipios de Sinaloa, Culiacán incluido. Por otra parte, una deficiente planeación urbana y de infraestructura de drenajes ha provocado una serie de inundaciones cada vez más frecuentes e intensas en las zonas urbanas del municipio.

Las prolongadas sequías y copiosas inundaciones son los dos principales síntomas de la poca preparación para hacer frente al cambio climático, del cual se espera una manifestación más agresiva en los próximos años. Sin embargo, existe actualmente una iniciativa por parte de CONSELVA, Costas y Comunidades A.C., para proteger las cuencas de los ríos Presidio y Baluarte con el propósito

de asegurar agua suficiente y limpia para la población del sur de Sinaloa, a través de la conservación y manejo de las cuencas hidrológicas, pues sostienen que al tener cuencas sanas se mejora la calidad del agua, aumenta la producción de esta y se previenen las inundaciones. Esta asociación surgió como respuesta ante la falta de cooperación por parte del gobierno y la sociedad para la protección de la cuenca.

CONSELVA tiene la visión de reducir la vulnerabilidad a los efectos del cambio climático en el sur de Sinaloa mediante la implementación de un plan de manejo integrado de sus cuencas que garantice la producción natural de agua a largo plazo, conserve los ecosistemas y contribuya al desarrollo económico de la sociedad (CONSELVA, 2017). La apuesta de esta asociación es orientar las políticas públicas a la producción de agua. Proponen esta producción con infraestructura verde, como una forma de controlar el ciclo hidrológico. Esta infraestructura verde presenta una opción sólida y viable para reducir los efectos del cambio climático. CONSELVA utiliza un modelo hídrico calibrado con capacidad predictiva que hasta ahora sólo han usado en las cuencas del sur del estado y se espera que sea extrapolable para ajustar su uso a la cuenca del municipio de Culiacán.

*ix. ¿Se cuenta con una infraestructura adecuada?*

Según el Inventario de Plantas Municipales Potabilizadoras de 2016 (Agua.org.mx) hay 24 plantas potabilizadoras activas en el municipio de Culiacán. La capacidad total de las potabilizadoras del municipio es de 3 mil 011 litros por segundo y el total de agua potabilizada asciende a los 2 mil 525 litros por segundo, es decir, en promedio operan a un 83.9% de su capacidad. Este caudal de potabilización es suficiente para proveer al municipio de 79.62 hm<sup>3</sup> al año, lo que corresponde a 87.96 m<sup>3</sup> por habitante al año, o bien 240 litros por habitante al día, lo que permite superar la cantidad mínima de 100 litros por persona al día propuesto por la Organización Mundial de la Salud.

Los procesos de potabilización de agua son adecuados en comparación con los del 2002, en donde sólo el 79.3 % de las muestras de agua se encontraban dentro de los límites de cloro residual en Sinaloa, contra un 100% en 2016 (CONAGUA, 2018). Las condiciones de infraestructura se muestran suficientes para satisfacer una demanda actual de agua para la población del municipio, sin embargo, la creación de nueva infraestructura deberá ir a la par con las tasas de crecimiento poblacional y de urbanización para garantizar que la demanda de agua por la población quede satisfecha en el futuro.

*x. ¿En qué medida se está cumpliendo con las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU?*

El 25 de septiembre de 2015 la asamblea general de la ONU adoptó la agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible bajo la premisa de que no es posible la erradicación de la pobreza sin un desarrollo sostenible. Dicha agenda consiste en un plan conformado por 17 Objetivos de Desarrollo



Sostenible, cada uno con su respectivo conjunto de metas. El Objetivo número 6 de la agenda 2030 corresponde al agua y saneamiento y apunta a un reparto adecuado de agua a nivel global para que no se presente en ninguna parte del planeta una escasez crónica y reiterada de agua dulce. Este reparto debe ser universal y libre de impurezas.

Una de las interrogantes del presente análisis consiste en determinar el nivel de cumplimiento de las metas de este Objetivo por parte de la Gestión de los Recursos Hídricos Municipales en Culiacán. Al respecto puede decirse que la cobertura de agua potable para Culiacán está garantizada casi en su totalidad. Actualmente se cuenta con una cobertura de agua entubada para el 99.5% de la población total del municipio.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), son necesarios entre 50 y 100 litros de agua por persona al día para garantizar que se cubran las necesidades más básicas y se reduzcan al mínimo las necesidades en materia de salud. De acuerdo con este parámetro, en un hogar de 4 habitantes se consumirían 12 m<sup>3</sup> de agua en un mes. Considerando las tarifas establecidas por JAPAC para 2020, el costo del suministro de agua potable para un hogar con ese consumo sería de \$88.92.

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) sugiere que el coste del agua no debería superar el 3% de los ingresos del hogar. Para un hogar de cuatro habitantes en el que sólo uno de ellos perciba el salario mínimo el ingreso mensual sería de \$3 mil 700 pesos aproximadamente, según la tarifa doméstica de JAPAC. El costo del consumo de agua potable a sería del 2.4% de este ingreso para esa familia, con lo que se puede afirmar que el agua potable es asequible según los estándares del PNUD.

En Culiacán, la cobertura de saneamiento es del 100%, pues se trata la totalidad del agua que es generada por las plantas potabilizadoras del municipio. La cobertura en servicio de redes de alcantarillado es del 98.2%. Por otra parte, el Reglamento de Ecología y Protección al Ambiente para el Municipio de Culiacán, Sinaloa (1992) establece que se prohíbe descargar al sistema de drenaje y alcantarillado municipal, aguas residuales provistas de contaminantes cuya concentración exceda los niveles máximos permisibles señalados en la tabla n° 1 de máximos tolerables del Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de Aguas, y en las Normas Técnicas Ecológicas NTE-CCA-031/91, derivadas de la SEDESOL, y en su caso en las condiciones particulares de descarga que fije la Dirección. Sobre los parámetros establecidos en la tabla mencionada en ambos artículos y su cumplimiento por parte de los emisores de aguas residuales, sería conveniente abordar esa relación en una investigación futura. Lo que es posible dejar de manifiesto es el compromiso de la autoridad y las normativas adoptadas en mantener un control y adicionalmente una reducción de los contaminantes vertidos en los cuerpos receptores de agua.

La meta de aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua, presenta una gran área de oportunidad para la GIRH del municipio, puesto que más de la mitad del uso que se le da al agua en el sector agrícola es desaprovechado y consume tiempo para regresar al ciclo hidrológico. Este dato se menciona en el requerimiento 3 del presente artículo. Al ejecutar técnicas y tecnología que incrementen la eficiencia del uso del agua en este sector, junto a la implementación de la infraestructura verde, se podría solventar el déficit de agua que se presenta de forma cíclica cada año en ciertos sectores del municipio.

Finalmente, la meta de proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos, se presenta aún como una tarea pendiente para los consejos de cuenca no solamente de la región, sino de todo el país. Mientras no se superen los obstáculos observados puestos por el centralismo y el hermetismo no podrá florecer una participación ciudadana en la toma de decisiones en la gestión de recursos hídricos.

## ➔ 7. Conclusiones.

En términos técnicos, el agua es inagotable. El H<sub>2</sub>O de la hidrósfera del siglo XXI es el mismo que había en el precámbrico. El agua entra y sale del ecosistema constantemente mediante el ciclo hidrológico manteniendo un balance de materia y no desaparece. Sin embargo, no es lo mismo hablar de ‘agua’ que de ‘agua disponible para uso y consumo humano’, y es ahí donde adquiere su característica de ser un bien finito. El agua puede ser la misma, pero no la cantidad de personas que habitan en el mundo.

Tan sólo en los últimos setenta años la población del planeta se ha triplicado y ese crecimiento exponencial de la población ha provocado que el agua se utilice a tasas cada vez más elevadas. Además, las tendencias actuales de producción y consumo han depredado y contaminado al ecosistema y lo han puesto en graves aprietos para asimilar las dinámicas del mundo moderno.

El impacto ambiental por la actividad humana se ha manifestado en forma de escasez de agua, deforestación, cambio climático, pérdida de biodiversidad y extinción de especies, por mencionar algunas. No sólo el agua está llegando a un punto crítico en su disponibilidad sino todos los recursos naturales de modo que investigadores y especialistas han conseguido ya estimar una fecha de caducidad para la humanidad si no se revierten las tendencias actuales de nuestro comportamiento como sociedad.

Sin embargo, no todo está perdido. Aunque el panorama es desalentador con los grandes oídos aún sordos a las desesperadas advertencias de los expertos, aún estamos a tiempo de redireccionar nuestras conductas y revertir las crisis ambientales que se avecinan.

El desarrollo sustentable se propuso como la alternativa para un consumo responsable de los recursos naturales, “Satisfacer las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de generaciones futuras”. La sustentabilidad invita a tomar medidas que llevan a la reducción de los niveles de consumo de recursos con el propósito de garantizar la permanencia de los mismos y la supervivencia de las futuras generaciones.

El propósito del presente análisis es mostrar la posibilidad de alcanzar la sustentabilidad a través de la propuesta de un modelo de Gestión Integral de Recursos Hídricos para el municipio de Culiacán, Sinaloa, México. Se eligió limitar el alcance de la investigación a un nivel municipal por ser una unidad básica administrativa, legislativa y estadística. Además de que para comenzar a resolver un problema global éste se debe abordar localmente.

En el mundo, muchas regiones enfrentan verdaderos desafíos cuando se trata de la gestión de los recursos hídricos, y la naturaleza de estos desafíos difiere de un lugar a otro. Pueden estar relacionados con la problemática de disponer de muy poca agua y simultáneamente tener una demanda de agua que crezca en forma explosiva (situación de escasez), o también puede tratarse de la existencia de agua en demasía (inundaciones) y de mala calidad que la haga impropia para sostener el ecosistema, o sino también desafíos relacionados con el suministro de agua para la población, la industria y la agricultura.

En este contexto, lo que resulta evidente es la necesidad de estudiar las razones por las que los recursos hídricos, particularmente los destinados al abastecimiento humano y la conservación del medio ambiente, han carecido de una eficiente gestión por parte de las autoridades públicas, mientras a esta inadecuada administración y distribución del recurso, se suma el aumento continuo de su contaminación, el acelerado crecimiento demográfico, una deficiente organización de las instituciones en materia hídrica y de salud, que es la manifestación de la ausencia de una visión del uso del agua a largo plazo y, la existencia de un evidente rezago en materia de educación ambiental y en el manejo eficiente de los recursos naturales.

¿Qué es lo que ocurre en Culiacán con los recursos hídricos? De acuerdo con lo descrito, las condiciones naturales – con una disponibilidad de agua para su Región Hidrológico-Administrativa de 5 mil 289 metros cúbicos por habitante al año –, su infraestructura en presas de almacenamiento, capacidad de potabilización y un Índice Global de Acceso a los Servicios Básicos de Agua en el rango adecuado no deberían presentarse carencias hídricas, al menos en el presente. Sin embargo, anualmente la región pasa periodos de sequías que incurren en ligeras crisis alimentarias y de salud.

Las necesidades del presente no se están satisfaciendo y de no tomarse medidas al respecto es difícil que se satisfagan las necesidades del futuro.

Se ha puesto en evidencia el nivel de cumplimiento de la gestión de recursos hídricos en Culiacán en contraste con los lineamientos de sostenibilidad propuestos por los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU. Al hacer la revisión de las metas y compararlas con lo logrado en el municipio, se reporta que no obstante la disponibilidad actual de recursos hídricos y la infraestructura adecuada, no hay una garantía para la demanda futura del agua; la distribución de agua entre los distintos usos consuntivos no es proporcional ni adecuada; se está desaprovechando una gran parte del agua en el sector agrícola; la participación ciudadana está aún lejos de hacerse presente en las tomas de decisiones relacionadas con la GIRHMU; y no hay una estrategia definida de adaptación a los potenciales peligros del cambio climático, que es cada vez más inminente.

Resulta también válido afirmar que Culiacán no tiene una Gestión de Recursos Hídricos que cumpla con los criterios cuantitativos de la sustentabilidad, como se puede ver reflejado en el Índice Global de Sustentabilidad Hídrica que apenas está en su nivel medio para la RHA-III.

Los motivos de esta insuficiencia en la oferta de recursos hídricos para el municipio recaen principalmente en la pronunciada desproporción en la asignación de agua con la prioridad que se otorga al sector agropecuario, y es en ese sector donde se da el mayor desaprovechamiento de agua tanto en términos absolutos como relativos. Si se implementaran lineamientos o normas que obliguen a los participantes de este sector a hacer un uso más eficiente del agua, en conjunto con una infraestructura adicional de almacenamiento y distribución, se podría asegurar fácilmente la disponibilidad del recurso para un largo plazo.

Todo lo anterior sin considerar el hecho de que la disponibilidad de agua también está menguando a un nivel global y su demanda recaerá en las zonas donde el recurso es abundante. Culiacán tendrá entonces la responsabilidad de convertirse en un exportador de agua virtual y la necesidad de estar en los parámetros de la sustentabilidad se volverá imperante.

Es urgente un replanteamiento de la política de gestión del agua en Culiacán. Este replanteamiento debe tener como objetivo hacer eficiente su uso, minimizando el desperdicio y utilizando como marco general el principio de sustentabilidad. Esta sustentabilidad debe responder a un esquema que haya funcionado en otras ciudades del país y del mundo, conocidas como ciudades verdes o ciudades sustentables. Actualmente, Culiacán no puede considerarse una ciudad sustentable, aunque tiene el potencial para serlo. La sustentabilidad no sólo consiste en la preservación de recursos naturales, sino en asegurar su permanencia mientras se les da un aprovechamiento socioeconómico que mejore la calidad de vida de la población.

Sería pertinente para futuras líneas de investigación hacer un acercamiento a un conjunto de aspectos que robustecerían el marco propositivo de una GIRH encaminada a la sustentabilidad. Por ejemplo, realizar un análisis del manejo de las aguas residuales; una evaluación y diseño de las políticas educativas y; una identificación de los elementos necesarios para la participación ciudadana y la democratización en la toma de decisiones. También, construir modelos econométricos para balances hídricos para presente y futuro; modelos de intercambio de agua entre cuencas; estudiar la GIRH en la mitigación de contingencias ambientales y; realizar la medición del impacto de la GIRH en salud y alimentación.

## Bibliografía, fuentes documentales y digitales

Agua.org.mx

Agudelo, R. M. (2009). El agua, recurso estratégico del siglo XXI. Facultad Nacional de Salud Pública, 23(1).

Andrade, E. (2017). Agricultura aporta 30% en contaminación del agua. El Debate. 13 de noviembre de 2017.

Barlow, M. (2008). Blue covenant: The alternative water future. Monthly Review, 60(3), 125.

Biswas, A. K. (2004). Integrated water resources management: a reassessment: a water forum contribution. Water international, 29(2), 248-256.

Castañeda-Ruelas, G. M., & Jiménez-Edeza, M. (2018). Evaluación de ríos del valle de Culiacán, México, como reservorios de serotipos de Salmonella resistentes a antibióticos. Revista internacional de contaminación ambiental, 34(2), 191-201.

CONAGUA (2014). Programa de medidas preventivas y de mitigación de la sequía 2014 para la ciudad de: Culiacán Rosales, diciembre, Culiacán, Sinaloa.

CONAGUA. (2018). Atlas del agua en México.

CONAGUA. (2018). Estadísticas Agrícolas de las Unidades de Riego Año agrícola 2016–2017

CONSELVA, Costas y Comunidades A.C. (2017). Informe Anual 2018

Díaz Coutiño, R. (2015). El metabolismo hídrico de Sinaloa, su reflejo en los cultivos de maíz blanco y de hortalizas. Ciencia y Universidad (33), Culiacán, Sinaloa. 138-150.

El Debate (2018). Buscan analizar causas de contaminación en el río Tamazula. 13 de agosto de 2018. Recuperado de debate.com.mx

Grigg, N. S. (2008). Integrated water resources management: balancing views and improving practice. Water International, 33(3), 279-292.

Global Water Partnership (GWP) (2004), Integrated Water Resources Management, cuaderno núm. 4, Suecia, GWP, p. 5.

INEGI (2017) Anuario estadístico y geográfico de Sinaloa 2017.

Mejía R. Oscar. (2007) El recurso hídrico en la jurisdicción de CORANTIOQUIA 1995-2007

Nieto, N. (2011). La gestión del agua: Tensiones globales y latinoamericanas. Política y Cultura, (36), 157-176.

ONU (2017). Agenda 2030.

Pineda Pablos, N., Vásquez, M., Luis, J., Salazar Adams, A., & Lutz Ley, A. N. (2014). Derechos de agua y gestión por cuencas en México: El caso del río Sonora. Espiral (Guadalajara), 21(61), 191-225.

Pineda Pablos, N., Moreno Vásquez, J. L., Díaz Cervantes, R. (2018). La capacidad institucional de los consejos de cuenca en México. El caso del Alto Noroeste de México. Región y Sociedad.

Pulgarín Giraldo, N. (2011). Desarrollo de un modelo de gestión sostenible del agua: Microcuenca la Bermejala, Medellín (Colombia) (Master's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).

Ramírez, J.C. (2019, 9 de junio). Más de la mitad de los municipios en crisis por sequía. El Sol de Sinaloa.

Salazar Adams, Alejandro y Pineda Pablos, Nicolás (2010). Escenarios de demanda y políticas para la administración del agua potable en México: el caso de Hermosillo, Sonora. *Región y sociedad* [online]. vol.22, n.47 pp.105-122. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-39252010000100005&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-39252010000100005&lng=es&nrm=iso).

sina.conagua.gob.mx

smn.conagua.gob.mx

snieg.mx

VanHofwegen, P. J., & Jaspers, F. G. (2000). Marco analítico para el manejo integrado de los recursos hídricos. Lineamientos para evaluar el marco institucional. Washington: Banco Interamericano de Desarrollo.



# Números anteriores



Economía, población y desarrollo.  
Cuadernos de trabajo No 1  
Enero-Febrero 2011  
**Una interpretación sobre el bajo crecimiento económico en México**  
Isaac Leobardo Sánchez Juárez



Economía, población y desarrollo.  
Cuadernos de trabajo No 2  
Marzo-Abril 2011  
**Análisis exploratorio de datos espaciales de la segregación urbana en Ciudad Juárez**  
Jaime García De la Rosa



Economía, población y desarrollo.  
Cuadernos de trabajo No 3  
Mayo-Junio 2011  
**Diagnóstico y perspectivas del sector terciario en las regiones mexicanas**  
Rosa María García Almada



Economía, población y desarrollo.  
Cuadernos de trabajo No 4  
julio-Agosto 2011  
**Desarrollo y pobreza en México. Los índices IDH y FGI en la primera década del siglo XXI**  
Myrna Limas Hernández



Economía, población y desarrollo.  
Cuadernos de trabajo No 5  
Septiembre-Octubre 2011  
**Las transferencias intergubernamentales y el tamaño del gobierno federal**  
Raúl Alberto Ponce Rodríguez



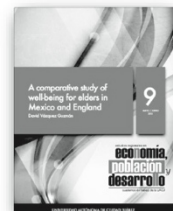
Economía, población y desarrollo.  
Cuadernos de trabajo No 6  
Noviembre-Diciembre 2011  
**El sector servicios en las ciudades fronterizas del norte de México**  
José Luis Manzanares Rivera



Economía, población y desarrollo.  
Cuadernos de trabajo No 7  
Enero-Febrero 2012  
**Desplazamientos forzados: migración e inseguridad en Ciudad Juárez, Chihuahua**  
María del Socorro Velázquez Vargas



Economía, población y desarrollo.  
Cuadernos de trabajo No 8  
Enero-Febrero 2012  
**Economía y desarrollo en Chihuahua, México. Una propuesta de análisis regional**  
Jorge Arturo Meza Moreno



Economía, población y desarrollo.  
Cuadernos de trabajo No 9  
Mayo - Junio 2012  
**A comparative study of well-being for elders in Mexico and England**  
David Vázquez Guzmán



Economía, población y desarrollo.  
Cuadernos de trabajo No 10  
Julio - Agosto 2012  
**Political competition and the (in)effectiveness of redistribution in a federation**  
Ikhuo Kochi y Raúl Alberto Ponce



Economía, población y desarrollo.  
Cuadernos de trabajo No 11  
Septiembre - Octubre 2012  
**Análisis y determinantes de la productividad legislativa en México (2009-2012)**  
Bárbara Briones Martínez



Economía, población y desarrollo.  
Cuadernos de trabajo No 12  
Noviembre - Diciembre 2012  
**Agricultura orgánica y desarrollo: un análisis comparativo entre países del Área de Libre Comercio**  
Sofía Boza Martínez



Economía, población y desarrollo.  
Cuadernos de trabajo No 13  
Enero - Febrero 2013  
**Dinámica demográfica y crisis socioeconómica en Ciudad Juárez, México, 2000-2010**  
Wilebaldo Martínez Toyos



Economía, población y desarrollo.  
Cuadernos de trabajo No 14  
Marzo - Abril 2013  
**Capital social y desarrollo industrial. El caso de Prato, Italia**  
Pablo Galaso Reza



Economía, población y desarrollo.  
Cuadernos de trabajo No 15  
Mayo - Junio 2013  
**Política industrial activa como estrategia para el crecimiento de la economía mexicana**  
Isaac Leobardo Sánchez Juárez



Economía, población y desarrollo.  
Cuadernos de trabajo No 16  
Julio - Agosto 2013  
**Desarrollo local y organización productiva en el noroeste de Uruguay**  
Adrián Rodríguez. Miranda



Economía, población y desarrollo.  
Cuadernos de trabajo No 17  
Septiembre - Octubre 2013  
**Vulnerabilidad social y vivienda en Sonora, México**  
Jesús Enriquez Acosta y Sarah Bernal Salazar



Economía, población y desarrollo.  
Cuadernos de trabajo No 18  
Noviembre - Diciembre 2013  
**Chocoes de política monetaria en México: un análisis del modelo SVAR, 1995-2012**  
Adealdo García-Andrés y Leonardo Torre Cepeda



Economía, población y desarrollo.  
Cuadernos de trabajo No 19  
Enero - Febrero 2014  
**Bienestar, automóvil y motorización**  
Pablo Martín Urbano y Juan Ignacio Sánchez Gutiérrez



Economía, población y desarrollo.  
Cuadernos de trabajo No 20  
Marzo - Abril 2014  
**Beneficio económico y turismo evotístico. El caso de las termas en Michoacán, México**  
Carlos Francisco Ortiz Paniagua y Georgina Jatzire Arévalo Pacheco



Economía, población y desarrollo.  
Cuadernos de trabajo No 21  
Mayo - Junio 2014  
**Crisis inmobiliaria, recesión y endeudamiento masivo, 2002-2011**  
Miguel Ángel Rivera Ríos



Economía, población y desarrollo.  
Cuadernos de trabajo No 22  
Julio - Agosto 2014  
**Fricciones en el comercio interregional: una aproximación basada en datos municipales**  
Jorge Díaz Lanchas y Carlos Llano Verduras



Economía, población y desarrollo.  
Cuadernos de trabajo No 23  
Septiembre - Octubre 2014  
**Formando microempresarias: los servicios de desarrollo de negocio para reforzar el impacto de los microcréditos**  
Olga Biosca Artuñano



Economía, población y desarrollo.  
Cuadernos de trabajo No 24  
Noviembre - Diciembre 2014  
**El crecimiento de las regiones y el paradigma del desarrollo divergente. Un marco teórico**  
Luis Enrique Gutiérrez Casas



Economía, población y desarrollo.  
Cuadernos de trabajo No 25  
Enero - Febrero 2015  
**Progressivity and decomposition of VAT in the Mexican border, 2014**  
Luis Huesca Reynosa, Arturo Robles Valencia y Abdelkrim Arar



Economía, población y desarrollo.  
Cuadernos de trabajo No 26  
Marzo - Abril 2015  
**Capital Social y desempeño empresarial: la industria metalmeccánica en Ciudad Juárez, México**  
Ramóns Jiménez Castañeda y Gabriela Sánchez Bazán



Economía, población y desarrollo.  
Cuadernos de trabajo No 27  
Mayo-Junio 2015  
**La curva de Phillips para la economía cubana. Un análisis empírico**  
Malena Portal Boza, Damiánky Feiño Madrigal y Sergio Valdés Pasarán



Economía, población y desarrollo.  
Cuadernos de trabajo No 28  
Julio - Agosto 2015  
**Género, migración y ruralidad en Chile**  
Maruja Cortés y Sofía Boza



Economía, población y desarrollo.  
Cuadernos de trabajo No 29  
Septiembre - Octubre 2015  
**Aceleración de la urbanización global y movilidad sostenible**  
Maruja Cortés y Sofía Boza



Economía, población y desarrollo.  
Cuadernos de trabajo No 30  
Noviembre - Diciembre 2015  
**The asymmetric effects of monetary policy on housing across the level of development**  
Jorge Rafael Figueroa Elías, Pablo Martín Urbano y Juan Ignacio Sánchez Gutiérrez



# Números anteriores



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 31  
Enero - Febrero 2016  
**A composite leading cycle indicator for Uruguay**  
Pablo Galaso Reza y Sandra Rodríguez López



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 32  
Marzo - Abril 2016  
**Increased trade openness, productivity, employment and wages: a difference-in-differences approach**  
Silvia Adriana Pehuffo Geronazzo



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 33  
Mayo - Junio 2016  
**Competitividad local en el norte de México: el caso de la zona metropolitana de Monterrey**  
Carlos Gómez Díaz de León y Gustavo Hernández Martínez



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 34  
Julio - Agosto 2016  
**El desarrollo local y los sistemas de encadenamientos productivos en el sur de Tlaxcala, México**  
María del Pilar Jiménez Márquez



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 35  
Septiembre - Octubre 2016  
**Características y determinantes de la informalidad laboral en México**  
Enrique Cuevas Rodríguez, Hugo Antolín de la Torre Ruiz y Saul Oswaldo Regalá Dávila



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 36  
Noviembre - Diciembre 2016  
**Desarrollo regional y terciarización: los casos de Guanajuato y Querétaro, México**  
Jordy Micheli Tharion



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 37  
Enero - Febrero 2017  
**Sostenibilidad de pequeños productores en Tlaxcala, Puebla y Oaxaca, México**  
Tatzil Isela Bustamante Lara, Benjamín Carrera Chávez y Rita Schwentesius Rüdeman



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 38  
Marzo - Abril 2017  
**Estructura regional y polarización económica-poblacional en el centro de México**  
Alejandra Berenice Trejo Nieto



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 39  
Mayo - Junio 2017  
**Orígenes del neoestructuralismo latinoamericano**  
Carlos Malloquín Suzarte



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 40  
Julio - Agosto 2017  
**Crecimiento económico en México y manufactura global**  
Alfredo Esquizú Espinal y Roberto Ramírez Rodríguez



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 41  
Septiembre - Octubre 2017  
**Neoliberalización, turismo y socioeconomía en Baja California Sur, México**  
Mamuel Ángeles, Alba E. Gámez y Ricardo Bórquez



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 42  
Noviembre - Diciembre 2017  
**Los neoempresarios y la reducción de la pobreza en Jalisco, México**  
María Alejandra Santos Huerta y Leo Guzmán Anaya



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 43  
Enero - Febrero 2018  
**Las zonas económicas especiales en el suroeste de México y el desarrollo regional**  
José Manuel Orozco Plascencia



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 44  
Marzo - Abril 2018  
**Reubicación de la industria manufacturera en México en la apertura comercial 1980-2014**  
Jorge Rafael Figueroa Elenes, Tomás Arroyo Parra y Anelís Aragón Jiménez



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 45  
Mayo - Junio 2018  
**Agencia y Pobreza en la población económicamente activa mexicana**  
María Teresa Herrera Rendón Nebel y Miguel Ángel Díaz Carenño



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 46  
Julio - Agosto 2018  
**Reestructuración industrial y empleo en Baja California, México (1989 - 2014)**  
Martín Ramírez Urquidí, Juan Antonio Meza Fregoso y Luis Armando Becerra Pérez



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 47  
Septiembre - Octubre 2018  
**Ciencia, tecnología e innovación en México: un análisis de la política pública**  
Claudia Díaz Pérez y Moisés Alejandro Alarcón Osuna



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 48  
Noviembre - Diciembre 2018  
**Los límites del crecimiento económico en la frontera norte de México**  
Luis Enrique Gutiérrez Casas



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 49  
Enero - Febrero 2019  
**La era de Trump y sus impactos en la frontera norte de México**  
Dirección General Noroeste  
Varios autores



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 50  
Marzo - Abril 2019  
**Diversificación productiva y especializaciones sectoriales en Chile**  
Ignacio Rodríguez Rodríguez y Paulina Sanhueza Martínez



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 51  
Mayo - Junio 2019  
**Impacto de la homologación del IVA en el consumo de los hogares de Baja California, Baja California Sur y Quintana Roo, México**  
Rolando Israel Valdez Ramírez y Emilio Hernández Gómez



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 52  
Julio - Agosto 2019  
**Las remesas internacionales del PTAT y su impacto en el capital humano**  
Román Sánchez Dávila, Lidia Carvajal Oúterre y Oswaldo García Salgado



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 53  
Septiembre - Octubre 2019  
**How economies forget power**  
Carlos Malloquín



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 54  
Noviembre - Diciembre 2019  
**Modelos de transporte por carretera y emisiones de carbono aplicables en las ciudades y su entorno**  
Pablo Martín Urbano, Juan Ignacio Sánchez Oúterre y Abril Yuriko Herrera Ríos



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 55  
Enero - Febrero 2020  
**La estrategia urbanizadora de un espacio rural. El caso de Matatlán, México.**  
Javier Rentería Vargas, María Evangelina Salinas Escobar, María Teresa Rentería Rodríguez y Amando Chávez Hernández



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 56  
Marzo - Abril 2020  
**Indicador integral de dotación de infraestructuras en las entidades federativas de México, 2005-2015**  
Anelís Aragón Jiménez y Jorge Rafael Figueroa Elenes



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 57  
Mayo - Junio 2020  
**Unconventional monetary policy and creditmarket activity**  
Juan Carlos Medina Guirado



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 58  
Julio - Agosto 2020  
**Eadegsential territorial, cadenas de valor global y la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible. El caso de San Luis Potosí (México)**  
Cuahtémoc Modesto López y Leonardo David Tenorio Martínez



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 59  
Septiembre - Octubre 2020  
**El índice de desarrollo de TIC en las economías urbana y rural de México**  
Alejandro Nava Galán y Albania Padilla Martínez



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 60  
Noviembre - Diciembre 2020  
**El índice de desarrollo de TIC en las economías urbana y rural de México**  
Marlen Martínez Domínguez y Jenea Méndez Navarro

## Números anteriores



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 61  
Enero - Febrero 2021  
**Análisis del gasto corriente en los municipios rurales de Michoacán, México, 2001-2015**  
René Colín Martínez y  
Hugo Amador Herrera Torres



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 62  
Marzo - Abril 2021  
**El impacto socioeconómico global del COVID-19: un análisis basado en brotes epidémicos para Nueva Zelanda**  
Alan Alejandro Zepeda Contreras y  
Rafael Trueba Regalado



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 63  
Mayo - Junio 2021  
**Población y desafíos en el noroeste del estado de Chihuahua, México. Una mirada desde la escuela pública**  
Fernando Sandoval Gutiérrez,  
Claudia Teresa Domínguez Chavira  
y Patricia Islas Salinas



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 64  
Julio - Agosto 2021  
**Isotopías de sostenibilidad urbana y regional en el Estado de México**  
María Estela Orozco-Hernández



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 65  
Septiembre - Octubre  
**Marco TOE para diferenciar la asimilación del ERP en franquicias y empresas familiares mexicanas**  
Silvia Leticia López Rivas,  
Jaunet Ayón González y  
Adriana Méndez Wong



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 66  
Noviembre - Diciembre  
**La actividad turística y su impacto en la estructura sectorial de la economía de Baja California Sur, México**  
Ismael Rodríguez Villalobos



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 67  
Enero - Febrero  
**Carencia alimentaria, cadenas productivas y políticas públicas para el sector agrícola en México**  
Luis Kato Maldonado y  
Guadalupe Huerta Moreno



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 68  
Marzo - Abril  
**Efecto de la gestión del factor humano en la flexibilidad y la efectividad organizacionales en PYMES turísticas mexicanas**  
María Alondra de la Llave Hernández  
Diana Donají del Callojo Canal  
Margarita Edith Canal Martínez



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 69  
Mayo - Junio  
**Políticas públicas municipales para enfrentar la pandemia de COVID-19: el caso de los municipios de Michoacán, México**  
Mamiel Vázquez Hernández  
Carlos Francisco Ortiz Paniagua



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 70  
Julio - Agosto  
**Movilidad y desarrollo urbano: un análisis de los factores estratégicos de su gobernanza y sostenibilidad**  
Francisco Javier Rosas Ferruza  
Pedro Leobardo Jiménez Sánchez  
Juan Roberto Calderón Maya



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 71  
Septiembre - Octubre  
**Efecto de las variables socioeconómicas en la inflación y el desempleo en México, 1980 - 2019**  
Esther Figueroa Hernández  
Francisco Pérez Soto  
Lucila Godínez Montoya  
Rebeca Alejandra Pérez Figueroa



Economía, población y desarrollo  
Cuadernos de trabajo No. 72  
Noviembre - Diciembre  
**Condiciones sociales y de salud como determinantes de los contagios y fallecimientos por la covid-19 en México**  
Enrique Cuevas Rodríguez  
Bernardo Jóna Jiménez  
María Soledad Castellanos Villarruel

### **I. Para el documento general:**

Tipo de letra: Times New Roman.

Tamaño: 11 puntos.

Interlineado: 1.5 espacios.

Títulos y subtítulos:

El texto principal en 11 puntos. Títulos 12 puntos (en resaltado). Subtítulos 11 puntos. Cada título y subtítulo deberá numerarse bajo el siguiente orden: 1, 1.1, 2, 2.1, 2.2...

La extensión máxima de los cuadernos de trabajo será de 40 cuartillas.

La primera vez que se emplee una sigla en el texto se especificará primero su equivalencia completa y después la sigla.

### **II. Hoja de presentación:**

Título:

14 puntos, centrado, resaltado.

Nombre de autor(es):

12 puntos

Resumen y abstract:

Debe incluir resumen en español y abstract (diez puntos), no mayor a 250 palabras

Palabras clave:

Incluir entre tres y cinco palabras clave, en español e inglés

Referencia del autor o autores:

Institución de adscripción, grado académico y líneas-grupos de investigación que desarrolla y a los que pertenece.

### **III. Sistema de referencia de citas:**

Harvard-APA

Las citas bibliográficas en el texto deberán incluir entre paréntesis sólo el apellido del autor, la fecha de publicación y el número de página; por ejemplo: (Quilodrán, 2001: 33).

### **IV. Notación en sección de bibliografía y fuentes de información:**

Se deberá incluir al final del texto. Toda referencia deberá estar mencionada en el texto o notas de pie de página.

Cada referencia iniciará con el primer apellido o los apellidos, luego el nombre del autor, y después, entre paréntesis, el año de publicación seguido de un punto. Ejemplos:

Se deberá incluir al final del texto. Toda referencia deberá estar mencionada en el texto o notas de pie de página.

Cada referencia iniciará con el primer apellido o los apellidos, luego el nombre del autor, y después, entre paréntesis, el año de publicación seguido de un punto. Ejemplos:

Artículo:

Ros, Jaime (2008). “La desaceleración del crecimiento económico en México desde 1982”, en Trimestre Económico, vol. 75, núm. 299, pp. 537-560.

Libro:

Villarreal, René (2005). Industrialización, competitividad y desequilibrio externo en México. Un enfoque macroindustrial y financiero (1929-2010), México, Fondo de Cultura Económica.

Capítulo de libro:

Castillo, Manuel Ángel (2003). “La política de inmigración en México: un breve recuento”, en Manuel Ángel Castillo, Alfredo Lattes y Jorge Santibáñez (coords.), Migración y fronteras, Tijuana, El Colegio de la Frontera Norte / Asociación Latinoamericana de Sociología / El Colegio de México, pp. 425-451.

### **V. Notas de pie de página:**

Se utilizarán para hacer indicaciones complementarias, aclaraciones o ampliación de una explicación. La nota de pie de página en Times New Roman, 10 puntos.

### **VI. Tipología de imágenes dentro del texto:**

Cuadro

Gráfica

Diagrama

Mapa

Figura

Todas las imágenes deben ser numeradas y mencionadas dentro del texto. A toda imagen debe incluirse la fuente.

Las indicaciones de la imagen: tipo y número de imagen, título de imagen y fuente se escriben en 10 puntos. En el texto poner como imagen los mapas, figuras, gráficas y diagramas –con el ánimo de no perder el formato realizado por el autor.

### **VII. Ecuaciones y fórmulas:**

Si se utilizan ecuaciones o fórmulas deberá utilizarse el editor de ecuaciones de Word y numerarse.

### **VIII. Envío de trabajos**

Los trabajos deben ser enviados a la dirección de correo: lgtz@uacj.mx. Con el Dr. Luis Enrique Gutiérrez Casas, editor de esta publicación.

La aceptación de cada colaboración dependerá de la evaluación de dos dictaminadores especialistas en la materia que se conservarán en el anonimato, al igual que el autor (autores) para efectos de la misma.

## Editorial Guidelines

---

### **I. For General Document:**

Font type: Times New Roman.

Size: font size 11.

Paragraph: 1.5 line spacing.

Titles and subtitles: Main text font size 11. Titles font size 12 (Bold). Subtitles font size 11.

Each title and subtitle should be numbered in the following order: 1, 1.1, 2, 2.1, 2.2...

The maximum length of the workbooks will be 40 pages.

The first time an abbreviation is used in the text will be specified first complete equivalence and then stands.

### **II. Front cover:**

Title:

Font size 14, centered, Bold.

Author name(s):

Font size 12.

Abstract:

It should include abstract in Spanish and abstract (font size 10), no more than 250 words.

Keywords:

Include three to five keywords, in Spanish and English.

Reference of author:

Institution of affiliation, academic degree and line-developed by research groups and belonging.

### **III. Bibliographical appointment system:**

Harvard-APA

Citations in the text should include between parentheses only the author's name, publication date and page number, for example:

(Quilodrán, 2001: 33).

### **IV. Notation about Bibliography section and Information fonts:**

Should be included at the end of the text. All references must be mentioned in the text or footnotes page.

Each reference starts with the first name or last name, then the name of the author, and then, in parentheses, the year of publication followed by a period. Examples:

Article:

Ros, Jaime (2008). "La desaceleración del crecimiento económico en México desde 1982", en Trimestre Económico, vol. 75, núm. 299, pp. 537-560.

Book:

Villarreal, René (2005). *Industrialización, competitividad y desequilibrio externo en México. Un enfoque macroindustrial y financiero (1929-2010)*, México, Fondo de Cultura Económica.

Book chapter:

Castillo, Manuel Ángel (2003). “La política de inmigración en México: un breve recuento”, en Manuel Ángel Castillo, Alfredo Lattes y Jorge Santibáñez (coords.), *Migración y fronteras*, Tijuana, El Colegio de la Frontera Norte / Asociación Latinoamericana de Sociología / El Colegio de México, pp. 425-451.

### **V. Footnotes:**

Must be used to make additional indications, clarification or expansion of an explanation. The footnotes must be in Times New Roman, font size 10.

### **VI. Image typology inside text:**

Picture

Graph

Diagram

Map

Figure

All images must be numbered and mentioned in the text, should include the source image. The indications of the image: type and number of image, image title and source are written in 10 font size. In the text set as image maps, figures, graphs and charts-with the intention of not losing the formatting by the author.

### **VII. Equations and Formulae:**

When using equations or formulas should be used in Microsoft Word equation editor and numbered.

### **VIII. Paper sending**

Entries must be sent to the email address: [lgtz@uacj.mx](mailto:lgtz@uacj.mx). With Dr. Luis Enrique Gutiérrez Casas, editor of this publication.

Acceptance of each collaboration will depend on the evaluation of two examiners skilled in the art to be kept anonymous, like the author(s) for the same purposes.



UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA DE  
CIUDAD JUÁREZ



Red  
Iberoamericana  
de Estudios  
del Desarrollo

Publicación afiliada a la

Esta obra se editó y terminó de imprimir en  
Ciudad Juárez, Chihuahua, México



# economía, población y desarrollo

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez  
Número 73, enero - febrero de 2023

## Director y editor

Dr. Luis Enrique Gutiérrez Casas

## Comité editorial

### Sección internacional

Dra. Sofía Boza Martínez (Universidad de Chile, Chile)  
Dra. Olga Biosca Artiñano (Glasgow Caledonian University, Reino Unido)  
Dra. Ángeles Sánchez Díez (Universidad Autónoma de Madrid, España)  
Dr. Thomas Fullerton Mankin (University of Texas at El Paso, Estados Unidos)  
Dr. Adrián Rodríguez Miranda (Universidad de la República, Uruguay)  
Dra. Ikuho Kochi (Kanazawa University, Japón)  
Dr. Pablo Galaso Reca (Universidad de la República, Uruguay)

### Sección local

(Universidad Autónoma de Ciudad Juárez)

Dra. Myrna Limas Hernández  
Dra. Rosa María García Almada  
Dr. Raúl Alberto Ponce Rodríguez  
Dr. Isaac Leobardo Sánchez Juárez  
Dr. Héctor Alonso Barajas Bustillos  
Dr. Juan Carlos Medina Guirado  
Mtra. María Del Socorro Velázquez Vargas



UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA DE  
CIUDAD JUÁREZ

Economía, Población y Desarrollo  
ISSN 2007-3739

Edición impresa:  
Número de reserva 04-2022-071309174300-102  
Edición digital:  
Número de reserva 04-2021-081717103700-203

[www.riedesarrollo.org](http://www.riedesarrollo.org)



Publicación afiliada a la Red Iberoamericana de  
Estudios del Desarrollo

© Universidad Autónoma de Ciudad Juárez  
Avenida Plutarco Elías Calles #1210, Fovissste Chamizal  
Ciudad Juárez, Chih., México.  
[www.uacj.mx](http://www.uacj.mx)